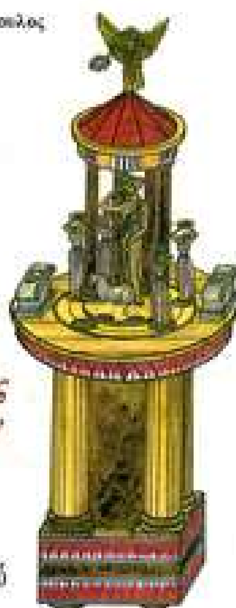
Δημήτριος Καλλιγερόπουλος

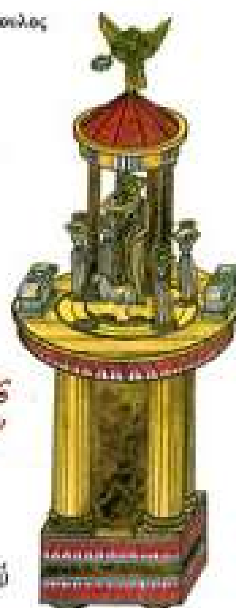


Η τέχνη της κατασκευής των αυτομάτων

Ήρωνα του Αλεξανδρινού

Αυτοματοποιητική

ΑΡΧΑΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
Δημήτριος Καλλιγερόπουλος



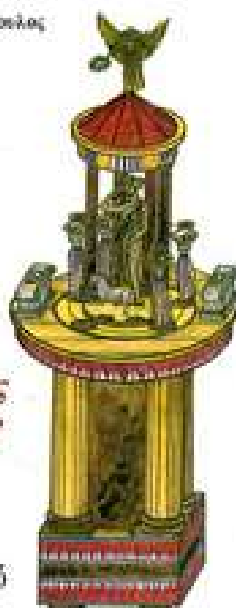
Η τέχνη της κατασκευής των αυτομάτων
Ήρωνα του Αλεξανδρινού
Αυτοματοποιητική

ΑΡΧΑΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
Δημήτριος Καλλιγερόπουλος



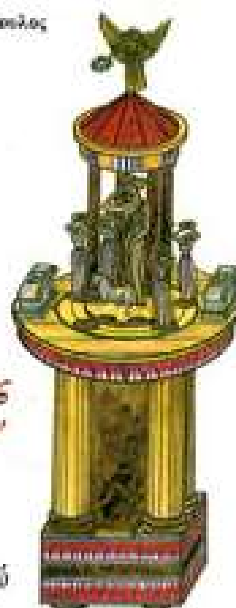
Η τέχνη της κατασκευής των αυτομάτων
Ήρωνα του Αλεξανδρινού
Αυτοματοποιητική

ΑΡΧΑΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
Δημήτριος Καλλιγερόπουλος



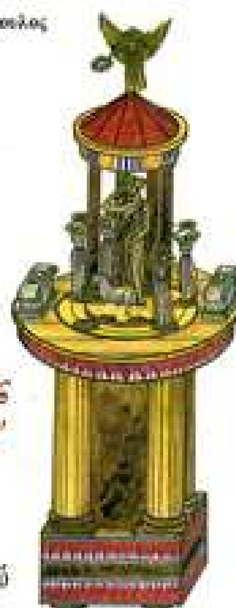
Η τέχνη της κατασκευής των αυτομάτων
Ήρωνα του Αλεξανδρινού
Αυτοματοποιητική

ΑΡΧΑΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
Δημήτριος Καλλιγερόπουλος



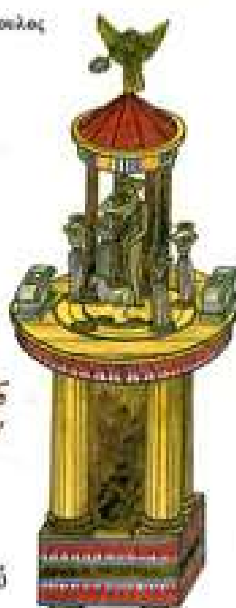
Η τέχνη της κατασκευής των αυτομάτων
Ήρωνα του Αλεξανδρινού
Αυτοματοποιητική

ΑΡΧΑΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
Δημήτριος Καλλιγερόπουλος



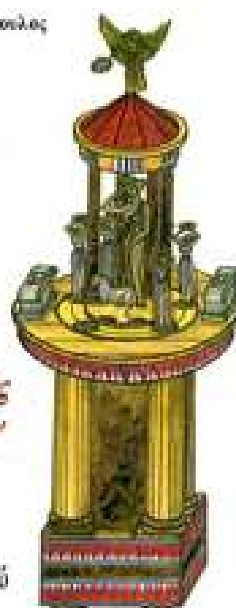
Η τέχνη της κατασκευής των αυτομάτων
Ήρωνα του Αλεξανδρινού
Αυτοματοποιητική

ΑΡΧΑΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
Δημήτριος Καλλιγερόπουλος



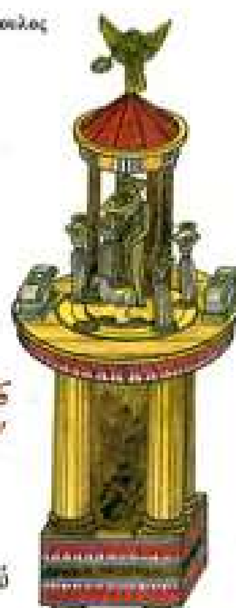
Η τέχνη της κατασκευής των αυτομάτων
Ήρωνα του Αλεξανδρινού
Αυτοματοποιητική

ΑΡΧΑΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
Δημήτριος Καλλιγερόπουλος



Η τέχνη της κατασκευής των αυτομάτων
Ήρωνα του Αλεξανδρινού
Αυτοματοποιητική

ΑΡΧΑΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
Δημήτριος Καλλιγερόπουλος



Η τέχνη της κατασκευής των αυτομάτων
Ήρωνα του Αλεξανδρινού
Αυτοματοποιητική

ΑΡΧΑΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Η τέχνη της κατασκευής των αυτομάτων

Αυτοματοποιητική
Ήρωνα του Αλεξανδρινού

Ἥρωνος Ἀλεξανδρέως
Περὶ Αὐτοματοποιητικῆς

Μετάφραση, σχόλια, σχέδια:
Δημήτριος Καλλιγερόπουλος

Περιέχει:

- το αρχαίο ελληνικό κείμενο
- νεοελληνική μετάφραση
- εισαγωγή για την ιστορία των αυτομάτων και το έργο του Ήρωνα
- μεταφραστικά σχόλια
- λεξικό τεχνικών όρων
- **71 πρωτότυπα σχέδια**



Αθήνα 1996

Ιστορία των Αυτομάτων

Από τον αρχαίο ελληνικό μύθο, τα ομηρικά έπη και τις ιστορίες του Ηροδότου, μέχρι και τα βυζαντινά χρόνια τα αυτόματα συνδέουν το τεχνικό όραμα, το όνειρο του ανθρώπου να κατασκευάσει μηχανές αυτοκίνητες, που να ενεργούν από μόνες τους, σαν όντα αληθινά, με την εξελιγμένη και εφαρμοσμένη τεχνολογία κάθε εποχής, συνδέουν την τεχνολογία με την ποίηση, την αισθητική και την τέχνη. Αποκαθιστούν έτσι μιαν ιστορική αδικία, ανεβάζοντας την παραγνωρισμένη αρχαία ελληνική τεχνολογία στο επίπεδο των άλλων αδιαμφισβήτητων δημιουργημάτων του ελληνικού πνεύματος.

Ήρωνας ο Αλεξανδρινός

Ο Ήρωνας, μαζί με τον Κτησίβιο και τον Φίλωνα, ανήκει στην περίφημη σχολή των μηχανικών της Αλεξάνδρειας. Έζησε πιθανότατα τον πρώτο π.Χ. αιώνα, δίδαξε στο Μουσείο της Αλεξάνδρειας και συνόψισε στα έργα του Πνευματικά και Αυτοματοποιητική τη μέχρι τότε γνωστή καθώς και τη νέα τεχνολογία των αυτομάτων, πνευματικών, υδραυλικών και μηχανικών αυτοκινήτων μηχανών και θεάτρων.

Αυτοματοποιητική

Η Αυτοματοποιητική, το τελευταίο έργο του Ήρωνα, ασχολείται με τα αυτόματα θέατρα, αυτοκίνητες μηχανές ικανές να παρουσιάζουν παραστάσεις και να προκαλούν θαυμασμό και ικανοποίηση στους θεατές τους.

Καλλιγερόπουλος Δημήτριος
Δρ. Τεχνικών Επιστημών
Διπλ. Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ
Καθ. Τμ. Αυτοματισμού ΤΕΙ Πειραιά
Γλύπτης

Γεννήθηκε στην Αθήνα. Σπούδασε στο ΕΜΠ Μηχανολόγος - Ηλεκτρολόγος. Πραγματοποίησε μεταπτυχιακές σπουδές στη Γερμανία στον τομέα του Αυτομάτου Ελέγχου.

Διδάσκει τώρα στο Τμήμα Αυτοματισμού του ΤΕΙ Πειραιά Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου και Ιστορία της αρχαίας ελληνικής τεχνολογίας και των αυτομάτων.

Δημοσιεύσεις του σε ξένα περιοδικά και συμμετοχές σε διεθνή συνέδρια με θέματα αρχαίας ελληνικής τεχνολογίας αφορούν:

- τα αυτόματα του Ήρωνα
- την τεχνολογία στον αρχαίο ελληνικό μύθο
- την τεχνολογία στον Ηρόδοτο
- τα μεταελληνιστικά και βυζαντινά αυτόματα.

Στα πλαίσια της έκθεσης Ευρωμετρική '93 της ΓΓΕΤ ανέλαβε την κατασκευή ομοιώματος του κινητού αυτομάτου του Ήρωνα και παραγωγή CD Rom κινούμενων σχεδίων με θέμα τα Αυτόματα του Ήρωνα.

Είναι μέλος της Εταιρείας Μελέτης Αρχαίας Ελληνικής Τεχνολογίας.

Αυτοματοποιητική
Ήρωνα του Αλεξανδρινού

Ἥρωνος Ἀλεξανδρέως
Περὶ Αὐτοματοποιητικῆς

Δημήτριος Καλλιγερόπουλος

ISBN 960-90520-0-2

ΑΡΧΑΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Η τέχνη της κατασκευής των αυτομάτων

Αυτοματοποιητική
Ήρωνα του Αλεξανδρινού

Ἥρωνος Ἀλεξανδρέως
Περὶ Αὐτοματοποιητικῆς

Δεκελείας & Ρόδου, Β΄ Κατοικίες 20, Ν. Φιλαδέλφεια
143 42 Αθήνα, τηλ. 2770222
Πρώτη έκδοση 1996

Φωτοστοιχειοθεσία: «Φοινίκη»

Στους νέους,
που την αρχαία ελληνική τεχνολογία
δε γνώρισαν, δε σπούδασαν,
δε διδάχθηκαν

Πρόλογος

Το βιβλίο αυτό είναι η πρώτη ελληνική έκδοση της Αυτοματοποιητικής του Ήρωνα του Αλεξανδρινού. Είναι η πρώτη φορά που παρουσιάζεται στην Ελλάδα το αρχαίο ελληνικό κείμενο του περίφημου αυτού τεχνολόγου μηχανικού. Και μαζί του ελπίζουμε να ξαναζωντανεύουν, με τη νέα ελληνική γλώσσα και με τη γλώσσα των σχεδίων, οι ιδέες και τα έργα της ελληνιστικής τεχνολογίας, η σύνδεση της τεχνικής με την τέχνη, η εφαρμογή των πιο σύνθετων λογικά προγραμματισμένων κινήσεων για τη δημιουργία ενός νέου τεχνητού και αυτοκίνητου κόσμου στην υπηρεσία του ανθρώπου.

Η ευθύνη για το εγχείρημα αυτό είναι μεγάλη. Γιατί πέφτει στις πλάτες ενός ανθρώπου, ενός μη ειδικού, και όχι των ταγμένων από την πολιτεία συλλογικών της οργάνων, το βάρος μιας έκδοσης που καθυστέρησε 20 περίπου αιώνες. Και γιατί ακόμα βαρειά είναι η ευρωπαϊκή προκατάληψη, που για χρόνια υποτίμησε την αρχαία ελληνική τεχνολογία και την ξεχώρισε από την ποίηση, τη φιλοσοφία και την τέχνη.

Την προκατάληψη αυτή, που βαθαίνει το ρήγμα ανάμεσα στο σύγχρονο και τον αρχαίο τεχνικό κόσμο, που διχάζει και σήμερα τον πολιτισμό μας, αφήνοντας την τεχνολογία αμπόλιαστη από κάθε θεωρητική ή αισθητική αναζήτηση, που αποξενώνει βίαια και την κλασσική από την τεχνική μας παιδεία, αντιστρατεύτηκε με σθένος ο γερμανός μελετητής της αρχαίας ελληνικής τεχνικής Hermann Diels, γράφοντας:

«Φτάσαμε ψηλά —ποιός το αμφισβητεί— αλλά στεκόμαστε εδώ, γιατί πατάμε πάνω στις πλάτες αμέτρητων γενεών προγόνων, και πάνω απ' όλα στις πλάτες των ελλήνων διανοητών και τεχνιτών, που τους θεούς ελάτρευαν» (Hermann Diels, Αρχαία Τεχνολογία, Επτά Διαλέξεις 1920-1924, Osnabrück, 1965, Πρόλογος στην πρώτη έκδοση, 1914).

Το θάρρος για την εκπλήρωση του χρέους αυτού άντλησα από τους νέους ανθρώπους, από το ενδιαφέρον, την αγνότητα, την αναζήτηση αξιών που επέδειξαν, χωρίς συμφέρον, επιφανειακό εντυπωσιασμό, εθνικισμό και πατριδοκαπηλεία. Νομίζω πως παρασύρθηκα μάλιστα από ένα αισιόδοξο αεράκι μιας αργοπορημένης, δειλής, διάσπαρτης, αλλά νέας ελληνικής αναγέννησης.

Ευχαριστώ θερμά όλους όσους συνέβαλαν στην έκδοση αυτού του βιβλίου και ιδιαίτερα: τον πατέρα μου για την υλική υποστήριξη, τον αρχιτέκτονα Μανώλη Κορρέ για τις παρατηρήσεις του στα σχέδια, τη φιλόλογο Μαρία Βλαχού για τις φιλολογικές της παρατηρήσεις, το Γιάννη Σούκη για την επιμελημένη στοιχειοθεσία και τις πολύτιμες συμβουλές του, τη Λουΐζα Γκίκα για τη φροντίδα και τη συνολική επιμέλεια της έκδοσης.

Δημήτρης Καλλιγερόπουλος

Αθήνα 1996

Περιεχόμενα

Βιβλίο Β. Σταθερά αυτόματα

Παραρτήματα

Κατάλογος σχημάτων

Εισαγωγή

Η Αυτοματοποιητική του Ήρωνα του Αλεξανδρινού γράφτηκε πιθανότατα τον 1ο π.Χ. αιώνα. Περιγράφει δύο είδη αρχαίων ελληνικών αυτόματων θεάτρων, μηχανών δηλαδή αυτοκίνητων, ικανών να παρουσιάζουν ολόκληρες θεατρικές παραστάσεις, να εμφανίζουν μορφές που κινούνται από μόνες τους, «να παράγουν ήχους, να ανάβουν φωτιές, να στολίζονται με λουλούδια, να κάνουν όποια κίνηση θέλουμε χωρίς να πλησιάσει κανείς τις μορφές / *ὡς ἄν τις ἔληται δυνατόν ἐστι κινεῖν μηδενὸς προσιόντος τοῖς ζῳδίοις*» (1.6). Και αναλύει στη συνέχεια τη λειτουργία και τον προγραμματισμό των επιμέρους πολύπλοκων μηχανισμών.

Θαυμασμό προκαλούσαν τα αυτόματα στην αρχαιότητα «*διά τε τὸ ποικίλον τῆς ἐν αὐτῇ δημιουργίας καὶ διὰ τὸ ἔκπληκτον τῆς θεωρίας* / τόσο για την ποικιλομορφία των κατασκευών που περιείχαν, όσο και για την έκπληξη που προκαλούσε η όψη τους» (1.1). Ακόμη μεγαλύτερο θαυμασμό είναι φυσικό να προκαλούν τα αυτόματα αυτά σήμερα, δύο χιλιάδες χρόνια αργότερα.

Στόχος όμως του βιβλίου αυτού δεν είναι να αναδείξει απλώς αυτόν τον θαυμασμό. Δεν είναι να προβάλει τα αυτόματα της αρχαιότητας σαν παράδοξα αλλά πρακτικά ασήμαντα ευρήματα, σαν ενδιαφέροντα αλλά περιθωριακά στοιχεία ενός ξεχασμένου πνευματικού πολιτισμού, σαν εντυπωσιακά παιχνίδια, επινοήματα όμως κατώτερα των μεγάλων πνευματικών επιτευγμάτων της αρχαίας Ελλάδας.

Αντίθετα, στόχος μας είναι να αναδείξουμε μιαν αντίληψη, που θα αναζητά μέσα στα αρχαία αυτόματα αξίες και αρετές, ιδέες και γνώσεις, πόθους και όνειρα του ανθρώπινου πνεύματος, που θα συνδέει τα μυθικά αυτόματα των ομηρικών επών με τις πρώτες επιστημονικές σκέψεις των προσωκρατικών φιλοσόφων, που θα ενώνει τις θεωρητικές ιδέες των κλασσικών στοχαστών με την επινοητικότητα των αλεξανδρινών μηχανικών στα ελληνιστικά χρόνια, που θα εντάσσει τα αυτόματα μέσα στην ιστορία της ανθρώπινης δημιουργίας, που θα αποκαθιστά την ιστορική αδικία και θα αναδεικνύει μέσα από τα αυτόματα την παραγνωρισμένη ελληνική τεχνική σκέψη,

που θα συνδέει την σε πολλούς άγνωστη ελληνική τεχνολογία με τα άλλα πνευματικά επιτεύγματα του πολιτισμού μας, την επιστημονική γνώση, τη φιλοσοφία, την ποίηση και την τέχνη.

1. Τα αυτόματα από τον αρχαίο ελληνικό μύθο μέχρι τα ελληνιστικά χρόνια

Περιγραφές διάφορες τεχνολογικών ευρημάτων και οραμάτων, θαυμαστών τεχνικών κατασκευών και επινοήσεων, κι ανάμεσά τους περιγραφές αυτομάτων, μηχανών δηλαδή που κινούνται από μόνες τους, με ενέργεια εσωτερική, σαν ζωντανά όντα, βρίσκονται διάσπαρτες μα άφθονες μέσα στις γραπτές αρχαίες ελληνικές ιστορικές πηγές. Βρίσκονται διάσπαρτες και μέσα στον αρχαίο ελληνικό μύθο, μέσα στους στίχους των επών, μέσα στις μυθικές παραδόσεις, άλλοτε σαν ποιητικές περιγραφές αξιόλογων τεχνολογικών ανθρώπινων επιτευγμάτων κι άλλοτε σαν φανταστικές τεχνικές επιδόσεις που αποδίδονται στους θεούς.

Στα ομηρικά έπη περιέλαβε ο ποιητής, κατά τα μέσα του 8ου π.Χ. αιώνα, τις πρώτες αναφορές τέτοιων μυθικών αυτομάτων. Κι όπως έπλασε τους θεούς των ελλήνων, έπλασε, ίσως πρώτος ο **Όμηρος**, και τον τεχνικό όρο: **αυτόματα**. «*Αὐτόμαται δε πύλαι μῦκον οὐρανοῦ* / αυτόματα άνοιξαν τρίζοντας οι πύλες του ουρανού», γράφει στο Ε 749 της Ιλιάδας. «Είκοσι όλους κι όλους μαστόρευε τρίποδες ο Ήφαιστος», γράφει στο Σ 372 της Ιλιάδας, «και κάτω από τη βάση καθενός άρμοζε ρόδες χρυσές, για να μπορούν αυτόματα, από μόνοι τους, αυτοκίνητοι (*αὐτόματοι*, κατά τον Όμηρο, μοναχοσάλευτοι, κατά τον Κακριδή) να μπαίνουν στων θεών τη σύναξη. Ένα θαύμα να τους βλέπει κανείς (*θαῦμα ἰδέσθαι*)». Κι ακολουθούν, στο μυστικό εργαστήρι του τεχνολόγου θεού, τα αυτορυθμιζόμενα φυσερά (Σ 468) και οι χρυσές θεραπαινίδες (Σ 410).

Κι όταν στο άλλο έπος του ποιητή, το έπος για την τέχνη της θάλασσας, το έπος για τους λαούς της Μεσογείου, τον ύμνο στην ευστροφία και την εφευρετικότητα του πολυμήχανου Οδυσσέα, την Οδύσσεια, ο Οδυσσέας φτάνει στο, μυθικό ίσως, νησί των Φαιάκων, μπαίνει στο παλάτι του βασιλιά Αλκίνοου και βλέπει τους χρυσούς και ασημένιους σκύλους του Ηφαίστου να το φυλάγουν (η 91), ακούει από τον ίδιο το βασιλιά τα παρακάτω λόγια για τα ανθρώπινα επιτεύγματα των ναυτικών-μαστόρων της Σχερίας (θ 555):

«Πες μου για τη χώρα και το λαό σου και την πόλη σου, για να σε πάνε εκεί τα πλοία μας τα κατασκευασμένα με σκέψη (*τιτυσκόμεναι φρεσί νῆες* / τα πλοία με την κατασκευασμένη σκέψη, με την τεχνητή νοημοσύνη θα λέγαμε σήμερα, τα πλοία με τους διαλογισμούς τους, λένε οι Καζαντζάκης - Κακριδής). Γιατί δεν υπάρχουν κυβερνήτες στα πλοία των Φαιάκων, ούτε πηδάλια σαν αυτά που έχουν τα άλλα καράβια. Αλλά... με εξαιρετική ταχύτητα (*λαῖτμα τάχιστα* / σαν τα πουλιά) διανύουν τις θαλασσινές αποστάσεις, ακόμα κι όταν έχει σκοτάδι και συννεφιά. Και ποτέ δεν υπάρχει φόβος να πάθουν καμιά βλάβη ούτε να χαθούν».

Τρεις αιώνες αργότερα (περί το 450 π.Χ.) αναφέρει ο **Ηρόδοτος** στις Ιστορίες του, αρχαιότερα ίσως, αυτόματα των άλλων μεγάλων πολιτισμών της Μεσογείου, όπως αυτόματα συστήματα άρδευσης στην Αίγυπτο (ΙΙ 149), τη Βαβυλώνα (Ι 185) και την Περσία (ΙΙΙ 117), αυτοκίνητα νευρόσπαστα αιγυπτιακά αγάλματα (ΙΙ 48) και πλοιάρια του Νείλου με συστήματα αυτομάτου ελέγχου της πορείας τους (ΙΙ 96).

Πάμπολλες όμως είναι και οι αναφορές για τα ελληνικά αυτόματα στα κλασσικά χρόνια. Για τις αναφορές αυτές των κλασσικών φιλοσόφων είναι χαρακτηριστική η φράση του Ήρωνα στην εισαγωγή των Πνευματικών του:

«Τῆς πνευματικῆς πραγματείας σπουδῆς ἠξιωμένης πρὸς τῶν παλαιῶν φιλοσόφων τε καὶ μηχανικῶν, τῶν μὲν λογικῶς τὴν δύναμιν αὐτῆς ἀποδεδωκότων, τῶν δὲ καὶ δι᾽ αὐτῆς τῆς τῶν αἰσθητῶν ἐνεργείας. / Η μελέτη των πνευματικών έγινε από τους παλαιούς φιλοσόφους και μηχανικούς με πολλή προσοχή, οι μεν εξετάζοντας τις δυνατότητες αυτών με τη λογική, οι δε χρησιμοποιώντας τις αισθήσεις και το πείραμα».

Έτσι προσπάθησαν με τη λογική να ερμηνεύσουν οι κλασσικοί τη μυθική παράδοση γύρω απ᾽ τον μπρούτζινο γίγαντα Τάλω, που ο Ήφαιστος κατασκεύασε για να φυλάει την Κρήτη. Ο **Πλάτωνας** τον θεωρεί νομοφύλακα της Κρήτης, που πήρε την επωνυμία του χάλκινου από τους χάλκινους πίνακες με τους νόμους που κρατούσε (Πλάτων, Μίνως, 320c).

Και ο **Σοφοκλής**, στο απόσπασμα 161 του Δαίδαλου (με τίτλο: το τέλος του Τάλω / *Τάλῳ εἵμαρτο τελευτῆσαι*), περιγράφει τον Τάλω σαν χάλκινο ρομπότ και προσπαθεί να ερμηνεύσει τη λειτουργία του: «Ο Τάλως είχε στόν αστράγαλο (*σφυρόν*) αγωγό (*σύριγγα*) σκεπασμένο με μεμβράνη. Σύριγγα δε λέγεται η περόνη (το καρφί ασφαλείας)».

Πολλές όμως είναι οι αναφορές του μαθητή του Πλάτωνα, **Αριστοτέλη** (384-322 π.Χ.), στα αυτόματα των κλασσικών χρόνων, αναφορές που αποτελούν πηγή και απόδειξη της ύπαρξης αυτοκίνητων μηχανών πολύ πριν από τη συγγραφή της Αυτοματοποιητικής. Θεωρώντας τα αυτόματα άξια θαυμασμού επιτεύγματα, που οι απλοί θεατές δεν μπορούσαν ν' αναγνωρίσουν την αιτία της κίνησής τους, αναφέρει: «*Ἄρχονται μὲν γὰρ ἀπὸ τοῦ θαυμάζειν πάντες, εἰ οὕτως ἔχει, καθάπερ τῶν θαυμάτων τ' αὐτόματα τοῖς μήπω τεθεωρηκόσι τὴν αἰτίαν.* / Γιατί όλοι αρχίζουν να εκπλήσσονται για τη φύση των πραγμάτων, όπως εκπλήσσονται και εκείνοι που βλέπουν τα αυτόματα (να κινούνται από μόνα τους) χωρίς ν' αναγνωρίζουν την αιτία της κίνησής τους» (Μετά τα Φυσικά, 983α 15).

Εξετάζοντας την αιτία για την κίνηση και την ανάπλαση του σπέρματος, ξεχωρίζει την εσωτερική από την εξωτερική κινητήρια ενέργεια των σωμάτων και συγκρίνει το αυτοκίνητο ζωντανό σπέρμα με το μηχανικό αυτόματο, λέγοντας: «*Τὸ σπέρμα ἔχει τὴν κίνησιν ἐν ἑαυτῷ ἣ ἐκεῖνο ἐκίνει. ἐνδέχεται δὲ τόδε μὲν τόδε κινῆσαι. καὶ εἶναι οἷον τὰ αὐτόματα τῶν θαυμάτων.* / Το σπέρμα έχει εσωτερική κινητήρια δύναμη με την οποία το ίδιο κινείται. Μπορεί όμως το ένα να μεταδώσει την κίνηση στο άλλο. Έτσι κινούνται και τα αυτόματα των θαυματοποιών».

Και συνεχίζει εξετάζοντας τη λειτουργία των αυτομάτων: «*Ἔχοντα γάρ πως ὑπάρχει δύναμιν τὰ μόρια ἠρεμοῦντα· ὧν τὸ πρῶτον ὅταν τι κινήσῃ τῶν ἔξωθεν, εὐθὺς τὸ ἐχόμενον γίγνεται ἐνεργείᾳ. ὥσπερ οὖν ἐν τοῖς αὐτομάτοις, τρόπον μέν τινα ἐκεῖνο κινεῖ οὐχ ἁπτόμενον νῦν οὐθενός, ἁψάμενον μέντοι.* / Τα μόρια (του σπέρματος και τα εξαρτήματα των αυτομάτων) διαθέτουν μιαν εσωτερική κινητήρια δύναμη όταν βρίσκονται σε ηρεμία. (Η εσωτερική αυτή δύναμη μετατρέπεται σε κίνηση) όταν κάτι από τα έξω κινήσει το πρώτο εξ αυτών, οπότε αμέσως μπαίνει σε λειτουργία το επόμενο. Έτσι λοιπόν και τα αυτόματα, κατά κάποιο τρόπο κινούνται χωρίς να τα αγγίξει κανείς, έχουν όμως δεχθεί (αρχικά) μιαν εξωτερική ώθηση» (Περὶ ζώων γενέσεως, 734b 11).

Συγκρίνοντας ακόμα την κίνηση των ζώων με την κίνηση των αυτομάτων ο Αριστοτέλης αναφέρει: «*Ὥσπερ δὲ τὰ αὐτόματα κινεῖται μικρᾶς κινήσεως γινομένης, λυομένων τῶν στρεβλῶν και κρουουσῶν ἀλλήλας τὰς στρέβλας,... οὕτω καὶ τὰ ζῷα κινεῖται.* / Όπως κινούνται τα αυτόματα κάνοντας κινήσεις μικρές, καθώς απελευθερώνονται τα περιστρεφόμενα τμήματα και συμπαρασύρουν χτυπώντας το ένα το άλλο... έτσι κινούνται και τα ζώα» (Περὶ ζώων κινήσεως, 701b 2).

Μια πρώτη συγκεκριμένη αναφορά σε αυτόματο μηχανισμό έχουμε από τον ρωμαίο **Γέλλιο** (Gellius, 10, 12, 9) και αφορά τον φίλο του Πλάτωνα, Πυθαγόρειο φιλόσοφο, μηχανικό και στρατιωτικό **Αρχύτα τον Ταραντινό** (430-350 π.Χ.), ο οποίος *«ξυλίνην πετομένην εποίησε περιστεράν»*. Το αυτόματο αυτό περιστέρι του Αρχύτα αποτελούσε ίσως μια πρώτη εφαρμογή των πνευματικών συστημάτων και χρησιμοποιούσε, κατά τα λεγόμενα, σαν κινητήρια δύναμη θερμό πεπιεσμένο αέρα.

Στα ελληνιστικά όμως χρόνια βρίσκει η Αυτοματοποιητική τη δόξα της. Πρώτος ο Συρακούσιος **Αρχιμήδης** (287-212 π.Χ.), μαθηματικός και μηχανικός, που σπούδασε στην Αλεξάνδρεια και υπερασπίστηκε την πόλη του από την εισβολή των Ρωμαίων, άνοιξε το δρόμο στην εφαρμοσμένη μηχανική και κατασκεύασε πλήθος μηχανών, όπως τον ατέρμονα κοχλία, το πλανητάριο, το ατμοκίνητο πνευματικό του τηλεβόλο, το υδραυλικό του ωρολόγι, τους αυτόματους γερανούς των πλοίων, τις πολύπλοκες πολεμικές μηχανές κ.ά. Άνοιξε έτσι το δρόμο στην αλεξανδρινή σχολή των μηχανικών, του **Κτησίβιου**, του **Φίλωνα** και του **Ήρωνα**, που θα εξετάσουμε παρακάτω.

Το θεωρητικό, το γραπτό έργο των μηχανικών αυτών, όσο και όπως διασώθηκε, συνοδεύουν δύο αδιαφιλονίκητα αρχαιολογικά ευρήματα του 1ου π.Χ. αιώνα: **Ο μηχανισμός των Αντικυθήρων** που ανακαλύφθηκε το 1900 μ.Χ., μελετήθηκε ιδιαίτερα από τον αμερικανό Derec de Solla Price, και εκτίθεται σήμερα στο εθνικό αρχαιολογικό μουσείο των Αθηνών, και η **ύδραυλις** του Ήρωνα, που ανακαλύφθηκε πρόσφατα από τον καθ. κ. Παντερμαλή και εκτίθεται σήμερα στο αρχαιολογικό μουσείο του Δίου.

Τα αυτόματα που επιλεκτικά συλλέξαμε και παρουσιάσαμε μέχρις εδώ, θα πρόβαλλαν απομονωμένα κι αποκομμένα από το χώρο στον οποίο αναπτύχθηκαν, αν δεν επιδιώκαμε, συνοπτικά έστω, την ένταξή τους στην ιστορία της τεχνολογίας. Γιατί τα αυτόματα, σαν στοιχεία της τεχνικής σκέψης και σαν δημιουργήματα της υψηλότερης κάθε φορά τεχνολογίας, είναι κι αυτά αποτέλεσμα μιας ιστορικής εξέλιξης.

2. Η θέση των αυτομάτων μέσα στην εξέλιξη της τεχνολογίας

Στην πρώτη, τη **συλλεκτική περίοδο** του ανθρώπου, τη μητριαρχική περίοδο των γενών, αναπτύσσεται η τέχνη του κυνηγιού. Ο άν-

θρωπος αξιοποιεί στο έπακρο τη φυσική, τη χειρωνακτική του δύναμη. Με τα χέρια του δουλεύει τα πρώτα υλικά, το ξύλο, τον πηλό, την πέτρα. Με το νου του ανακαλύπτει τη φωτιά «δάσκαλο κάθε τέχνης» (Αισχύλος, Προμηθέας Δεσμώτης, 110). Με την πείρα του κατασκευάζει εργαλεία και πρωτόγονες μηχανές, που ενισχύουν τις ικανότητές του, μεγεθύνουν τη δύναμη και την εμβέλειά του, όπως το ρόπαλο, το ακόντιο, τον πέλεκυ, το τόξο. Και η πρώτη αυτή τεχνική του σκέψη συμβαδίζει με τον πρωτόγονο τρόπο ζωής του, με την πάλη του για να δαμάσει τη φύση, με το δέος του για το άγνωστο, με την εξίσου πρωτόγονη, φανταστική, συμβολική ερμηνεία του κόσμου που επιδιώκει.

Ακολουθεί η **αγροτική περίοδος** του ανθρώπου, όπου αναπτύσσεται η τεχνική της γεωργίας. Ο άνθρωπος δουλεύει τη γη, την ποτίζει και τη βοηθά ν' ανθίσει. Έτσι δημιουργούνται οι μεγάλοι παραποτάμιοι πολιτισμοί. Τη δύναμη, τη ρώμη, την ανδρειοσύνη αντικαθιστά ο μόχθος, η κούραση, η σκληρή δουλειά. Ο άνθρωπος παράγει πια, δεν τα βρίσκει έτοιμα. Και η τεχνική του σκέψη διευρύνεται με την παρατήρηση και το πείραμα και οδηγείται στην ανακάλυψη των μετάλλων, στη σταδιακή εξέλιξη των εργαλείων του, στο δρεπάνι και το αλέτρι, στην αξιοποίηση της κινητήριας δύναμης των ζώων, στην κατασκευή μηχανών, που κινούνται με ζωική ή ανθρώπινη δύναμη και ελέγχονται με ανθρώπινη σκέψη, στην ανάπτυξη μεθόδων ύδρευσης, στην οικοδόμηση οικημάτων. Η μυθική του σκέψη πλάθει υπερφυσικά φανταστικά μυθολογικά όντα, ενώ διαμορφώνεται μια πυραμιδωτή κοινωνική δομή και μια έντονη ιεραρχία.

Ακολουθούν οι μεγάλες **μετακινήσεις των φύλων**. Τη σταθερότητα, τη μονότονη σύνδεση με τη γη και την παράδοση διαδέχονται η αλλαγή, η προσαρμογή, η κίνηση. Στην τεχνική σκέψη αυτό σημαίνει μετάβαση από την ευθεία στον κύκλο, στην αέναη περιστροφή, την εκτεταμένη χρήση του τροχού. Η μετακίνηση όμως φέρνει μαζί της τη σύγκρουση και τον πόλεμο. Για να νικήσεις τώρα στον πόλεμο δεν αρκεί ούτε η δύναμη ούτε η έριδα, η ευγενική άμιλλα των ειρηνικών χρόνων. Χρειάζεται η ευφυΐα, η ικανότητα, η δεξιοτεχνία, η *«μῆτις»*. Στον κόσμο των ηρώων, τη θέση του αντρειωμένου Αχιλλέα παίρνει ο εφευρετικός και πολυμήχανος Οδυσσέας. Στον ελληνικό χώρο, ο πολιτισμός αναπτύσσεται γύρω από το φωτεινό, σπαρμένο με χιλιάδες νησιά, πολύμορφο, πολυποίκιλο, δαιδαλωτό Αιγαίο. Στη θέση των μεγάλων παραποτάμιων πολιτισμών της Βαβυλωνίας και της Αιγύπτου, των πολιτισμών της σταθερότητας, της μεγαλοπρέπειας, της δύναμης και του θανάτου, αναπτύσσε-

ται ο ελληνικός αιγαιοπελαγίτικος πολιτισμός, ο πολιτισμός της κίνησης, της πολυμορφίας, της ευφυΐας, της δεξιοτεχνίας, της αρμονίας, της ζωής και του κάλλους. Και διαμορφώνεται τότε ο αρχαίος ελληνικός μύθος και οι θεοί του.

Τα **μέταλλα**, ο χρυσός, ο άργυρος, ο χαλκός, ο ορείχαλκος, ο σίδηρος, παίζουν διαδοχικά κυρίαρχο ρόλο στη διαμόρφωση των νέων κοινωνικών δομών. Η μεταλλοτεχνία, η οπλοποιία, η χυτευτική τέχνη, η χαλκουργική, η σιδηρουργία, η κοσμηματοποιία, η αγαλματοποιία, η χύτευση των πολύπλοκων μεταλλικών αγαλμάτων με τη μέθοδο του χαμένου κεριού, αποτελούν τότε την υψηλότερη μορφή της τεχνολογίας και συνδέονται με την αισθητική και την τέχνη. Ένας χαλκουργός θεός γεννιέται: ο Ήφαιστος. Τα διάφορα ελληνικά φύλλα συγκροτούνται σε νέα κύτταρα κοινωνικής δομής: τις ελληνικές πόλεις-κράτη. Πόλεις που αναπτύσσονται, επικοινωνούν και συγκρούονται. Φουντώνει έτσι η ανταλλαγή και το εμπόριο. Προοδεύει ταυτόχρονα η τέχνη της θάλασσας, η ναυπηγική και η ναυσιπλοΐα, η γεωγραφία και η αστρονομία, γεννιούνται τα μαθηματικά. Ο άνθρωπος γνωρίζει τον κόσμο. Από άνθρωπος κυνηγός, άνθρωπος της φύσης, από άνθρωπος γεωργός, παραγωγός, δουλευτής της γης, γίνεται άνθρωπος ταξιδιώτης, πολεμιστής, άνθρωπος του πολιτισμού και της τέχνης, άνθρωπος της σκέψης, κυρίαρχος του κόσμου, ήρωας Οδυσσέας. Και ο Όμηρος πλάθει τη μορφή του ελληνικού έθνους.

Τη διάθεση για κυριαρχία του κόσμου συνοδεύει τώρα η επιδίωξη για την ερμηνεία του, όλα μπαίνουν σε **τάξη**. Οι θεοί και οι ήρωες συστηματοποιούνται, απαλλάσσονται από τα φανταστικά στοιχεία, παίρνουν ανθρώπινη μορφή, μοιάζουν αληθινοί. Οι μύθοι αντλούν στοιχεία από την ιστορία, μοιάζουν με ιστορία. Παράλληλα διαμορφώνεται η επιστημονική σκέψη και αναζητά στον υλικό κόσμο τα πρωταρχικά στοιχεία της φύσης και της ζωής. Έτσι οι προσωκρατικοί φιλόσοφοι της Ιωνίας οδηγούνται σε πρωτοφανείς ανακαλύψεις: ο ηλεκτρισμός, ο μαγνητισμός, η ατομική δομή της ύλης.

Αν σταματήσουμε λίγο στο μεγάλο αυτό σταθμό της ανθρώπινης σκέψης, στο γεφύρι της μετάβασης από το μύθο στην επιστήμη, και κοιτάξουμε από εδώ τα ομηρικά μυθικά αυτόματα, θα διαπιστώσουμε εύλογα ότι αυτά αποτελούσαν μια μυθική, ανθρωποκεντρική αντίληψη της τεχνολογίας. Όπως δηλαδή στον αρχαίο ελληνικό μύθο κυριαρχούσε ο ανθρωπομορφισμός και οι ποιητές έδιναν στα στοιχεία της φύσης, τη Γη, τον Ουρανό, τον Κεραυνό, τη Θάλασσα, μορφή ανθρώπινη, ζωντάνευαν τη φύση, θεωρούσαν τα φυσικά

στοιχεία έμψυχα, έτσι με την ίδια ανθρωποκεντρική αντίληψη θεωρούσαν ότι οι μηχανές μπορεί να έχουν ψυχή ή μπορεί από μόνες τους να κινούνται.

Όμως η μυθική αυτή αντίληψη εμπεριείχε μια τεχνική επιθυμία, ένα τεχνικό όραμα, έναν τεχνικό σχεδιασμό και επηρέασε με τη σειρά της τόσο τους αρχαίους τεχνικούς όσο κι τους πρώτους φυσικούς φιλοσόφους. Έτσι οι προσωκρατικοί φιλόσοφοι που απέδωσαν σε υλικά στοιχεία σαν το νερό και τον αέρα, τη γη και τη φωτιά, τη δημιουργία του κόσμου, εννοούσαν τα υλικά αυτά στοιχεία όχι άψυχα αλλά έμψυχα, με ψυχή, πνοή, ενέργεια, ικανά να κινηθούν και να δημιουργήσουν. Και η αντίληψη για τον έμψυχο υλικό κόσμο έγινε αντίληψη τεχνική, πρόθεση των αρχαίων τεχνιτών να προσθέσουν ενέργεια στα κατασκευάσματά τους, να δημιουργήσουν μηχανές ικανές να κινούνται αυτόματα, μηχανές άριστες, τέλειες και στο ακρότατο όριο όμοιες με ζωντανά όντα.

Η σύλληψη των αυτόματων μηχανών μετατρέπεται λοιπόν από μια πρώτη μυθική ανθρωποκεντρική αντίληψη της τεχνολογίας σε ένα χειροπιαστό πραγματοποιήσιμο τεχνολογικό όραμα και αποτελεί ένα μεγάλο άλμα στην τεχνική σκέψη. Το πρώτο άλμα ήταν η μετάβαση από τα εργαλεία, που επέκτειναν τη δύναμη του ανθρώπου, στις απλές μηχανές, που λειτουργούσαν με εξωτερική ενέργεια. Το άλμα όμως από έργα τεχνικά τέλεια στην κατασκευή τους σε έργα αυτόματα και αυτοκίνητα, σε μηχανές ικανές να κινούνται από μόνες τους, με εσωτερική ενέργεια και *«ψυχή»*, είναι το ύστατο άλμα στην τεχνική σκέψη, το άλμα που αποδεσμεύει τη μηχανή από τον άνθρωπο, δημιουργεί έναν αυτόνομο τεχνικό κόσμο, ύψιστη μορφή της τεχνολογίας.

Οι τεχνικές προϋποθέσεις για την πραγματοποίηση του άλματος αυτού άρχισαν να ωριμάζουν στην ομηρική εποχή. Ήταν από τη μια μεριά η τελειότητα στην επεξεργασία των μετάλλων, η επιδεξιότητα στις λεπτοκατασκευές των χρυσοχόων και των οπλουργών. Και ήταν από την άλλη μεριά η ικανότητα να χρησιμοποιείται η φωτιά σαν πηγή ενέργειας, σαν δύναμη ανάπλασης του φυσικού κόσμου, σαν στοιχείο κίνησης και μετασχηματισμού της ύλης. Οι τεχνικές αυτές προϋποθέσεις επέτρεψαν τη διάπλαση του τεχνικού οράματος των αυτομάτων και ίσως το εγχείρημα των πρώτων προσπαθειών για την υλοποίηση αυτού του οράματος.

Στα **κλασσικά χρόνια** οι ελληνικές πόλεις-κράτη φθάνουν στην ακμή τους. Αλλά ταυτόχρονα ολοκληρώνουν τη διάσπαση ανάμεσα στη θεωρία, τη φιλοσοφία, την επιστήμη από τη μια και την τεχνι-

κή από την άλλη. Ολοκληρώνουν κοινωνικά και το χάσμα ανάμεσα στους ελεύθερους και τους δούλους, ανάμεσα στην ελεύθερη πνευματική δημιουργία και την εξαρτημένη χειρωνακτική εργασία. Και όμως τότε, πλάι στην ανάπτυξη της θεωρητικής και αφαιρετικής σκέψης, των φιλοσοφικών στοχασμών, των αφηρημένων αξιών και κατηγοριών, της ηθικής και της λογικής, της θεολογίας και της ψυχολογίας, πλάι στην ανάπτυξη της τέχνης, της ποίησης και των επιστημών, της γεωμετρίας και των μαθηματικών, της αστρονομίας και της μουσικής, της μηχανικής, της φυσικής και της ιατρικής, αναπτύσσονται στον αντίποδα της κοινωνικής ανισότητας οι ιδέες της δημοκρατίας, της αρετής, της δικαιοσύνης, της Νέμεσης και της Αιδούς, αναπτύσσεται στον αντίποδα των αφηρημένων ιδεών η απαράμιλλης ποιότητας εφαρμοσμένη τεχνική δημιουργία. Αριστουργήματα αρχιτεκτονικής σαν τον Παρθενώνα, περίφημα έργα αγαλματοποιίας, μεταλλοτεχνίας, κεραμικής, ζωγραφικής, μεγάλα τεχνικά έργα, λιμάνια, σήραγγες, υδραγωγεία, λατομεία κατασκευάζονται. Ο κλασσικός κόσμος ολοκληρώνεται όχι μόνο στη σκέψη, αλλά και στην τεχνική δημιουργία.

Αυτή είναι και η εποχή που αρχίζουν να κατασκευάζονται τα πρώτα ελληνικά αυτόματα, όπως αυτά που αναφέρει ο Αριστοτέλης και για τα οποία μιλήσαμε, κι όπως εκείνα που μνημονεύει ο Ήρωνας και για τα οποία θα μιλήσουμε αργότερα.

Είναι όμως στην τελευταία φάση της αρχαιότητας, την **ελληνιστική εποχή**, που ακολουθεί τη μεγάλη εκστρατεία του Αλέξανδρου, την εποχή που η ελληνική σκέψη ενώνεται με την παράδοση, τη σοφία, την πείρα των δύο άλλων μεγάλων πολιτισμών, του βαβυλωνιακού και του αιγυπτιακού, και αποκτά την οικουμενικότητά της, την εποχή όπου η οικουμενικότητα αυτή επιβάλλει την προσαρμογή της θεωρητικής σκέψης στην εφαρμογή, στην πρακτική εξυπηρέτηση των αναγκών του πολέμου και της κοινής ειρηνικής ζωής, είναι στην εποχή αυτή που αναδεικνύεται ιδιαίτερα η εφαρμοσμένη τεχνική σκέψη, το πρακτικό τεχνολογικό πνεύμα, που αναπτύσσονται τα εφαρμοσμένα μαθηματικά, που μελετώνται τα πνευματικά και τα υδραυλικά συστήματα, που ερευνώνται πειραματικά όλοι οι κλάδοι των φυσικών επιστημών, που συστηματοποιείται η μελέτη, η καταγραφή και η κατασκευή των αυτομάτων από τους αλεξανδρινούς μηχανικούς και ιδιαίτερα από τον Ήρωνα.

3. Τα ελληνιστικά αυτόματα

Η Αλεξάνδρεια θεμελιώθηκε το 330 π.Χ., στα μισά του 3ου π.Χ. αιώνα απέκτησε 400.000 κατοίκους κι έγινε αδιαμφισβήτητα το πολιτιστικό κέντρο της Μεσογείου. Το Μουσείο της μετατράπηκε από ιερό ναό των Μουσών σε ένα σημαντικό πνευματικό, ερευνητικό και εκπαιδευτικό ίδρυμα, που περιείχε την περίφημη βιβλιοθήκη, με 500.000 περίπου τόμους βιβλίων.

Κατά τους ελληνιστικούς χρόνους (323-31 π.Χ.) πραγματοποιείται στην Αλεξάνδρεια μια ιδιότυπη «Αναγέννηση» του αρχαίου ελληνικού πνεύματος. Κι όπως κατά τον 8ο π.Χ. αιώνα ο Όμηρος, μόνος ή με μια ομάδα αοιδών της Ιωνίας, έβαλε σε τάξη τις προφορικές ιστορικές παραδόσεις, συνέταξε ιστορικούς καταλόγους και διαμόρφωσε τη φυσιογνωμία των ελλήνων, έτσι και στην ελληνιστική Αλεξάνδρεια πέντε αιώνες αργότερα, καθήκον των στοχαστών ήταν να συλλέξουν, να επεξεργαστούν, νά βάλουν σε τάξη το τεράστιο υλικό, γραπτό αυτή τη φορά, που κληρονόμησαν κυρίως από την κλασσική Ελλάδα, να προσθέσουν σ' αυτό τη σύγχρονη τεχνική εμπειρία, να το εμπλουτίσουν με τις γνώσεις άλλων λαών και να διαμορφώσουν έτσι τη νεά οικουμενική φυσιογνωμία του ελληνισμού. Με τη διαφορά ότι οι σύγχρονοι αυτοί στοχαστές ήταν αυτή τη φορά μηχανικοί, τεχνολόγοι, αυτοματοποιοί (βλέπε Παράρτημα 2. Θέμα 3. Σύγχρονοι αυτοματοποιοί).

Σεβασμός, αναγνώριση, συστηματική καταγραφή της παράδοσης από τη μιά, καινοτομία, πειραματισμός, εφαρμογή σύγχρονης τεχνολογίας από την άλλη, είναι τα δύο βασικά χαρακτηριστικά της αλεξανδρινής αυτής περιόδου (βλέπε Παράρτημα 2. Θέμα 4. Τεχνικές καινοτομίες). *«Ἀναγκαῖον νομίζομεν τὰ παραδοθέντα ὑπὸ τῶν ἀρχαίων εἰς τάξιν ἀγαγεῖν, καὶ ἃ ἡμεῖς δὲ προσευρήκαμεν εἰσθέσθαι.* / Θεωρούμε αναγκαίο, να βάλουμε σε τάξη όσα μας άφησαν οι αρχαίοι και να προσθέσουμε όσα εμείς καινούργια βρήκαμε», γράφει ο Ήρωνας στην εισαγωγή των Πνευματικών του.

Η πολλαπλή αναφορά του Ήρωνα σε παλαιότερους, προγενέστερους, αρχαίους αυτοματοποιούς (*οἱ πρότερον, οἱ πρὸ ἡμῶν, οἱ παλαιοί, οἱ ἀρχαῖοι*, βλ. Παράρτημα 2. Θέμα 1. Αρχαίοι αυτοματοποιοί) και σε παλαιότερα, προγενέστερα, αρχαία συγγράμματα και μεθόδους (*τὰ πρότερον, τὰ πρὸ ἡμῶν ἀναγεγραμμένα, πολλά συντάγματα*, βλ. Παράρτημα 2. Θέμα 2. Αρχαία συγγράμματα) επιβεβαιώνει ότι θεμελιακή δουλειά των αλεξανδρινών μηχανικών ήταν η συστηματική καταγραφή και μελέτη των έργων παλαιότερων μηχα-

νικών, πιθανότατα των κλασσικών χρόνων, στους οποίους ίσως πρέπει να αποδώσουμε και τις σημαντικότερες τεχνικές επινοήσεις, τις βασικές ιδέες για την κατασκευή αυτόματων μηχανών.

Οι αλεξανδρινοί μηχανικοί αξιοποίησαν αυτές τις ιδέες, δεν παρέλειψαν όμως να τις συμπληρώσουν, να τις επεξεργαστούν, να τις διορθώσουν και να προσθέσουν σ' αυτές δημιουργικά νέες εφευρέσεις (βλ. Παράρτημα 2, Θέμα 5. Κριτική στους παλαιότερους). Πρωτοπόροι οι ίδιοι στην τεχνολογία δεν σταμάτησαν να οικοδομούν τη γέφυρα που ενώνει την κλασσική με την ελληνιστική εποχή και να τιμούν το θεωρητικό υπόβαθρο που κληρονόμησαν από τα αρχαϊκά χρόνια.

Έτσι ο Ήρωνας θεωρεί ότι τα αυτόματα αποτελούν εφαρμογή των ιδιοτήτων των πρωταρχικών στοιχείων της κοσμογονίας, σύμφωνα με τη φυσική θεωρία των προσωκρατικών φιλοσόφων: «*Διὰ γὰρ συμπλοκῆς ἀέρος καὶ πυρὸς καὶ ὕδατος καὶ γῆς καὶ τῶν τριῶν στοιχείων ἢ καὶ τῶν τεσσάρων συμπλεκομένων ποικίλαι διαθέσεις ἐνεργοῦνται, αἳ μὲν ἀναγκαιοτάτας τῷ βίῳ τούτῳ χρείας παρέχουσαι, αἳ δὲ ἐκπληκτικόν τινα θαυμασμὸν ἐπιδεικνύμεναι.* / Διότι με τη σύνθεση του αέρα, της φωτιάς, του νερού και της γης, και τη συνένωση των τριών ή και των τεσσάρων αυτών στοιχείων, προκύπτουν διάφορες ιδιότητες (των αυτομάτων), που άλλες μεν τις χρειαζόμαστε για να αντιμετωπίσουμε ανάγκες της ζωής μας, άλλες δε μας δημιουργούν έκπληξη και θαυμασμό», γράφει ο Ήρωνας στην εισαγωγή των Πνευματικών του.

Χρηστικότητα, εφαρμογή της τεχνολογίας για βελτίωση της ζωής, για ελάφρυνση και αντικατάσταση του ανθρώπου από τη μιά, χαρά, ικανοποίηση, αισθητική, ψυχική ανακούφιση του ανθρώπου από την άλλη, είναι το νέο πνεύμα της ελληνιστικής τεχνολογίας. Αναγνώριση της αρχαίας φυσικής θεωρίας των προσωκρατικών φιλοσόφων και εφαρμογή των πιο σύγχρονων μεθόδων για την κατασκευή των αυτομάτων, είναι το αποτέλεσμα της ένωσης του κλασσικού αρχαίου ελληνικού πνεύματος με τη συσσωρευμένη τεχνολογική εμπειρία των ελληνιστικών χρόνων. «*Ἔστι γάρ, ὡς συνελόντι εἰπεῖν, πᾶν μέρος τῆς μηχανικῆς ἐν αὐτῇ τῇ αὐτοματοποιητικῇ παραλαμβανόμενον διὰ τῶν κατὰ μέρος ἐν αὐτῇ ἐπιτελουμένων.* / Η αυτοματοποιητική», λέει ο Ήρωνας, «για να το πούμε συνεκτικά, περιλαμβάνει στις διάφορες επί μέρους λειτουργίες της όλους τους κλάδους της μηχανικής» (Αυτοματοποιητική I, I).

Πράγματι, οι αλεξανδρινοί μηχανικοί δημιούργησαν τα αυτόματά τους, αξιοποιώντας παράλληλα τις σύγχρονες εμπειρίες της ε-

φαρμοσμένης μηχανικής, της στατικής, της κινηματικής, της υδροδυναμικής, της ρευστομηχανικής, της θερμοδυναμικής και τις νέες θεωρητικές και πειραματικές μελέτες σχετικά με τις φυσικές ιδιότητες της ύλης, κυρίως των υγρών, των ατμών, των αερίων και του κενού. Άνοιξαν έτσι το μεγάλο κεφάλαιο των πνευματικών συστημάτων, αξιοποιώντας την πίεση των ρευστών και τη διαστολή του ατμού για την κίνηση των αυτομάτων. Αυτό αποτελούσε σταθμό για την αντιμετώπιση του ενεργειακού προβλήματος και θεμελιακή καινοτομία, την περιορισμένη εφαρμογή της οποίας θα εξετάσουμε αργότερα.

Οι αλεξανδρινοί μηχανικοί, με την διπλή έννοια του όρου: θεωρητικοί της μηχανικής επιστήμης και κατασκευαστές μηχανών, εφάρμοσαν τις θεωρητικές γνώσεις της γεωμετρίας και των μαθηματικών, της φυσικής και της αστρονομὶας (βλ. Παράρτημα 2. Θέμα 13. Θεωρητικές αναζητήσεις) και παράλληλα αναγνώρισαν την αξία της πράξης, της εμπειρίας και του πειράματος (βλ. Παράρτημα 2. Θέμα 17. Αναφορές στο πείραμα και την πράξη). Έτσι συνέδεσαν την επιστημονική σκέψη με την τέχνη και την επιδεξιότητα των τεχνιτών. Τα ελληνιστικά αυτόματα συμπυκνώνουν πράγματι την εμπειρία των μαστόρων κάθε είδους, των ξυλουργών, των κατασκευαστών πλοίων και πολεμικών μηχανών, των μεταλλουργών, των χυτευτών, των υδραυλικών, των μηχανικών που γνώριζαν τη χρήση των τροχών, των πολύπλοκων οδοντωτών μηχανισμών μετάδοσης της κίνησης, των τροχαλιών και των ιμάντων, των κατασκευαστών λεπτότατων οργάνων, όπως είναι τα αστρολογικά όργανα, οι αστρολάβοι και τα υδραυλικά ωρολόγια, των χρυσοχόων και των κατασκευαστών υδραυλικών συστημάτων, αυτών που έφτιαχναν τις χρυσές και ασκούριαστες βάνες, τις πολύπλοκες σωληνώσεις, τους στεγανούς υδραυλικούς διακόπτες, τις αντλίες, τα σιφόνια, τις βαλβίδες, τα έμβολα, και ακόμη των αγαλματοποιών, των αρχιτεκτόνων και των ίδιων των αυτοματοποιών, που κατασκεύαζαν χρόνια τώρα αυτόματα θέατρα και αυτοκίνητες μηχανές.

Τα ελληνιστικά αυτόματα αποτελούν μια μορφή τεχνολογίας, που αντλεί γνώση από την εμπειρία του ανθρώπου και ταυτόχρονα προσανατολίζεται στον άνθρωπο, γίνεται κοινωνικό αγαθό. Έτσι η αυτοματοποιητική ήταν πρώτα απ' όλα αντικείμενο ελεύθερης διδασκαλίας και δεν αποτελούσε προνόμιο μιας περιορισμένης συντεχνίας (βλ. Παράρτημα 2. Θέμα 12. Διδασκαλία των αυτομάτων). Ο Ήρωνας επιλέγει ειδικά το έργο του Φίλωνα ως «*πρὸς διδασκαλίαν ἁρμόζον* / σαν το πιο κατάλληλο για διδασκαλία» (20.1) και επανει-

λημμένα αναφέρεται στους νέους μελετητές των αυτομάτων, όσους έχουν αποκτήσει πείρα, όσους καταγίνονται με τα αυτόματα (*τοὺς ἐντυγχάνοντας, τοὺς πεπειραμένους, τοὺς καθ' ἡμᾶς*) (βλ. Παράρτημα 2, Θέμα 4. Σύγχρονοι αυτοματοποιοί).

Αναμφίβολα ο Ήρωνας αναφέρεται εδώ σε μιαν ολόκληρη σχολή αλεξανδρινών μηχανικών και αυτοματοποιών που σπούδασαν την τέχνη των αυτομάτων και ασχολήθηκαν στη συνέχεια επαγγελματικά με την κατασκευή τους. Αφήνει επίσης να εννοηθεί ότι τα αυτόματα παρουσιάζονταν σε δημόσιους διαγωνισμούς (*ἐπιδείξεις*, βλ. 4.3), στους οποίους βραβεύονταν, άπό εκείνους που συμμετείχαν (*τοὺς μεταχειριζομένους*, βλ. 21.2), αυτός που θα επιδείκνυε την πιο χαριτωμένη, την πιο γλαφυρή, την πιο ωραία, (*χαριεστέραν, γλαφυρωτάτην*) παράσταση (βλ. Παράρτημα 2, Θέμα 6. Δημόσιοι διαγωνισμοί). Η γνώση, η χρήση, η θέα των αυτομάτων ήταν λοιπόν όχι για τους λίγους αλλά για τους πολλούς. Και το κριτήριο για την επιλογή τους ήταν η χαρά που προκαλούσαν.

Συγκρίνοντας τα αρχαία με τα σύγχρονα αυτόματα, ο Ήρωνας εντοπίζει τη διαφορά στο γλαφυρό της παράστασης και την πολυπλοκότητα των κατασκευών. «*Οἱ μὲν οὖν ἀρχαῖοι κέχρηνται ἁπλῇ τινι διαθέσει. οἱ δὲ καθ' ἡμᾶς μύθους τε ἐμβεβλήκασιν εἰς τοὺς πίνακας ἀστείους καὶ κινήσεσι κέχρηνται πολλαῖς καὶ ἀνομοίαις*. / Οι αρχαίοι χρησιμοποιούσαν μιαν απλή υπόθεση... οι σύγχρονοί μας αυτοματοποιοί όμως ανεβάζουν στις σκηνές των αυτόματων θεάτρων μύθους ευχάριστους και χρησιμοποιούν κινήσεις πολλές και ανόμοιες» (22.1) (βλ. Παράρτημα 2. Θέμα 10. Χαρακτηριστικά των αυτομάτων).

Τα ελληνιστικά αυτόματα αποτελούν τελικά την ολοκληρωμένη έμπρακτη υλοποίηση του τεχνικού οράματος που περιείχε ο αρχαίος ελληνικός μύθος. Τώρα, τα φυσερά του Ηφαίστου μπορούν πράγματι να κινούνται από μόνα τους. Οι από μηχανής θεοί των κλασσικών θεάτρων μπορούν πράγματι να εμφανίζονται και να χάνονται από τη σκηνή χωρίς να τους πλησιάσει κανείς (βλ. Παράρτημα 2. Θέμα 8. Από μηχανής μορφές).

Η σύνδεση των αυτομάτων αυτών με το μύθο γίνεται ακόμα και με το θέμα που παρουσιάζουν. Ο Ήρωνας στα Πνευματικά και ιδιαίτερα στην Αυτοματοποιητική του περιγράφει αυτόματα συστήματα και θέατρα που αναπαριστούν κάποιο μύθο, παρμένο από την αρχαία ελληνική μυθολογία, όπως την ιστορία του Ναυπλίου και του Αίαντα που επιστρέφει από τον Τρωικό πόλεμο, την αναπαράσταση διονυσιακών τελετών και θυσιών στο βωμό του Διονύσου, τη μορφή του Ηρακλή να εκτοξεύει βέλη κ.ά.

Έτσι τα αυτόματα συνδέουν την παράδοση, το μύθο, την ποίηση, την τέχνη με τη σύγχρονη τεχνολογία της εποχής, αξιοποιούν αντίστροφα την τεχνολογία για να παράξουν ποίηση, αισθητική και τέχνη, ανεβάζουν την αρχαία ελληνική τεχνολογία στο επίπεδο των άλλων αδιαμφισβήτητων δημιουργημάτων του ελληνικού πνεύματος και υλοποιούν το πανάρχαιο, το μυθικό τεχνικό όραμα, την πρόθεση, το όνειρο του ανθρώπου να κατασκευάσει μηχανές που να κινούνται από μόνες τους και να ενεργούν σαν όντα αληθινά, *«καθάπερ ἐπὶ τῆς ἀληθείας»* (βλ. Παράρτημα 2. Θέμα 7. Μηχανές όμοιες με την πραγματικότητα).

4. Οι Αλεξανδρινοί μηχανικοί και το έργο τους

Μέσα σ' αυτό το αλεξανδρινό πνεύμα της τάξης, της συλλογής, της επεξεργασίας, της κριτικής «Αναγέννησης» του αρχαίου ελληνικού πνεύματος, της πράξης, της εμπειρίας και της εφαρμογής, μέσα σ' αυτό το χώρο του Μουσείου και της βιβλιοθήκης, της έρευνας και της διδασκαλίας, αναδείχθηκαν οι αλεξανδρινοί μηχανικοί και δημιούργησαν τα αυτόματά τους.

Πρώτος μετά από το μεγάλο δάσκαλο Αρχιμήδη, είναι ο **Κτησίβιος** (300-230 π.Χ.). Γνήσιος αλεξανδρινός, γιος κουρέα, έγινε γνωστός για τον αυτόματο καθρέφτη που, κατά τον Βιτρούβιο, κατασκεύασε στο κουρείο του πατέρα του, και ο οποίος μπορούσε με ένα πνευματικό σύστημα να ανορθώνεται, παράγοντας ταυτόχρονα και μουσικούς ήχους.

Όμως ο Κτησίβιος προσέφερε πολύ περισσότερα απ' αυτό. Θεωρείται ο ιδρυτής της αλεξανδρινής σχολής μηχανικών, ο δάσκαλος στον οποίον αναφέρεται ρητά και ο λίγο νεώτερός του Φίλωνας και ο μεταγενέστερος Ήρωνας, ο οποίος μάλιστα έφερε και το όνομα *«Ἥρων Κτησιβίου* / Ήρωνας, μαθητής του Κτησίβιου». Αυτός μελέτησε θεωρητικά τα πνευματικά και υδραυλικά συστήματα και έγραψε σχετικό σύγγραμμα που αποτέλεσε πηγή για τους επόμενους μελετητές, αλλά δυστυχώς δεν διασώθηκε. Ασχολήθηκε πρωτοποριακά με τις τεχνικές εφαρμογές των πνευματικών και υδραυλικών συστημάτων, όπως τις υδραυλικές αντλίες, τα υδραυλικά μουσικά όργανα και ιδιαίτερα το αυτόματο υδραυλικό ωρολόγιο με τις μεταβλητές κλίμακες.

Δεύτερος θεωρείται ο **Φίλων ο Βυζάντιος**, ο οποίος έζησε ένα ορισμένο χρονικό διάστημα στην Αλεξάνδρεια και έγραψε το ση-

μαντικότερο τεχνικό εγχειρίδιο της ελληνιστικής αρχαιότητας, το περίφημο έργο: *Μηχανική Σύνταξις*. Το έργο αυτό αποτέλεσε τη βάση για την εκπαίδευση των νέων μηχανικών και τα κεφάλαιά του καθόρισαν τους κλάδους των εφαρμοσμένων τεχνικών επιστημών των αλεξανδρινών χρόνων. Το εγχειρίδιο αυτό περιείχε εννέα βιβλία, εκ των οποίων μόνο τα Πνευματικά σώθηκαν σε αραβική μετάφραση. Γνωρίζουμε όμως τους τίτλους των βιβλίων αυτών που είναι αποκαλυπτικοί για τη νέα ελληνιστική αντίληψη της σύγχρονης επιστήμης και για το περιεχόμενο των τεχνικών σπουδών στην Αλεξάνδρεια.

Οι τίτλοι αυτοί είναι:

1. Εισαγωγή στα εφαρμοσμένα και προσεγγιστικά *μαθηματικά*.
2. *Μοχλικά*, η σχετική θεωρία των μοχλών και της στατικής.
3. *Λιμενοποιικά*, η τεχνική της κατασκευής των λιμένων και στοιχεία δομικής και αρχιτεκτονικής.
4. *Βελοποιικά*, η θεωρία της βολής, η κινηματική και η κατασκευή βαλλιστικών όπλων.
5. *Πνευματικά*, η θεωρία που αφορά τις ιδιότητες των αερίων, του ατμού και του κενού και η κατασκευή ελεγχόμενων πνευματικών και υδραυλικών μηχανών.
6. *Αυτοματοποιητική*, η οποία συνοψίζει όλες τι παραπάνω γνώσεις και τις εφαρμόζει στην κατασκευή αυτόματων μηχανών και θεάτρων.

Τέλος, το έργο του **Φίλωνα** τελειώνει με τρία βιβλία αφιερωμένα σε εφαρμογές πολεμικών μηχανών.

Στα Πνευματικά του **Φίλωνα** που διασώθηκαν, περιλαμβάνονται μερικές από τίς σημαντικότερες εφαρμογές των συστημάτων αυτών, όπως: τα σιφώνια, ενδιαφέροντα κλειστά συστήματα ελέγχου για τη ρύθμιση της στάθμης του νερού, πνευματικοί μηχανισμοί με πουλιά που τραγουδάνε, αυτόματοι νιπτήρες, διάφοροι τύποι αντλιών και μερικές πρώτες εφαρμογές αυτοκίνητων μηχανών.

Τρίτος κατά σειρά είναι ο **Ήρων ο Αλεξανδρεύς**, *ο Ήρων ο Κτησιβίου* ή *ο Ήρων ο Μηχανικός*, που αν και ανήκει στους ελάχιστους αρχαίους συγγραφείς τεχνικών συγγραμμάτων, των οποίων το έργο σώθηκε σχεδόν ακέραιο, παραμένει μια αμφισβητούμενη προσωπικότητα. Δεν είναι εξακριβωμένο εάν έζησε τον 1ο π.Χ. ή τον 1ο μ.Χ. αιώνα, οι μελετητές μάλιστα του πολύπλοκου αυτού η-

ρώνειου ζητήματος τον εντάσσουν χρονικά σε περιόδους που κυμαίνονται μέσα σε ένα διάστημα μεγαλύτερο των τεσσάρων αιώνων.

Το **ηρώνειο ζήτημα** παρουσιάζεται στην βιβλιογραφία συνοπτικά ως εξής:

Ο Ήρων αναφέρει στα έργα του τον **Αρχιμήδη** (287-212 π.Χ.) και αναφέρεται από τον **Πάππο** (~300 μ.Χ., μαθηματικός, αστρονόμος και γεωγράφος από την Αλεξάνδρεια). Έτσι ιστορικά εντάσσεται σε μια χρονική περίοδο μεταξύ του 225 π.Χ. και του 275 μ.Χ. περίπου.

Από τον τίτλο των Βελοποιικών: *Ήρωνος Κτησιβίου Βελοποιικά*, μπορούμε να συμπεράνουμε αρχικά ότι ο Ήρων ήταν ή θεωρούσε τον εαυτό του μαθητή του Κτησίβιου, για τον οποίο κατά προσέγγιση γνωρίζουμε ότι έζησε στην Αλεξάνδρεια από το 300 π.Χ. μέχρι το 230 π.Χ. Ο **Baldi**, ο οποίος έκανε και την πρώτη έκδοση της Αυτοματοποιητικής στα ιταλικά το 1589, υποστηρίζει στο έργο του Ήρωνος Κτησιβίου Βελοποιικά (1616) ότι ο Ήρων έζησε περί το 120 π.Χ. και ήταν πράγματι μαθητής, με την έννοια ότι σπούδασε τα έργα, του Κτησίβιου. Ο **Haase** (1835) εντάσσει τον Ήρωνα ακόμα παλαιότερα, θεωρώντας τον σύγχρονο του Πτολεμαίου του Φιλάδελφου και Ευεργέτη, δηλαδή περίπου σύγχρονο του Κτησίβιου περί τα μέσα του 3ου π.Χ. αιώνα. Και ο μαθηματικός **Hultsch** (1864) υποστηρίζει ότι ο Ήρων εντάσσεται ιστορικά στο τέλος του 2ου π.Χ. αιώνα.

Από το γεγονός ότι ο Ήρων επιδιώκει στο έργο του Διόπτρα *«τὴν μεταξὺ Ἀλεξανδρείας καὶ Ῥώμης ὁδὸν ἐκμετρῆσαι»*, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι έζησε σε μια περίοδο ιδιαίτερα αναπτυγμένων σχέσεων μεταξύ των δύο πόλεων και πιθανώς σε μια περίοδο όπου η Αλεξάνδρεια ήταν ήδη κάτω από ρωμαϊκή κατοχή. Η πρώτη πολιτική ένταξη της Αλεξάνδρειας στη ρωμαϊκή κυριαρχία γίνεται κατά την περίοδο του Πτολεμαίου του Γ΄, του Νέου Διονύσου, το 81 π.Χ. Έτσι ιστορικοί όπως ο **Martin** και ο **Cantor** εντάσσουν τον Ήρωνα στο 100 π.Χ. Ο Βαρώνος **Carra de Vaux**, που έκανε και την πρώτη μετάφραση της μηχανικής του Ήρωνα από τα αραβικά (1893), εντάσσει τον Ήρωνα μετά τον στωικό Ποσειδώνιο, τον εφευρέτη ενός φημισμένου πλανητάριου, που έζησε περί το μέσο του 1ου π.Χ. αιώνα.

Ανατροπή στις παραπάνω υποθέσεις έφερε ο γερμανός ιστορικός **H. Diels** (1893), θεωρώντας ότι οι λατινισμοί που περιέχονται στην ορολογία του Ήρωνα τον εντάσσουν ιστορικά στον 1ο μ.Χ. αιώνα.

Αντίθετη προς αυτή την ανατροπή είναι η παρατήρηση ότι ο παλαιότερος λατίνος μηχανικός που ασχολήθηκε με τα Πνευματικά και την Αυτοματοποιητική, ο **Βιτρούβιος**, που έζησε κατά το τέλος του 1ου π.Χ. αιώνα, και έγραψε το περίφημο έργο του *Περί Αρχιτεκτονικής - De Architectura* μεταξύ του 22 και του 14 π.Χ., αν και αναφέρεται επανειλημμένα στον Κτησίβιο και όχι στον Ήρωνα, πρέπει να γνώριζε τον Ήρωνα και τα έργα του, και να συμπεριέλαβε πολλά απ' αυτά στα κεφάλαια περί υδραυλικών μηχανών, περί ωροσκοπίων, περί μηχανικής και κυρίως περί αυτομάτων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα η ύδραυλις και ιδιαίτερα η αιολόσφαιρα, η αρχή της ατμομηχανικής. Το ίδιο και ο ρωμαίος **Πλίνιος Γάιος ο Β** (23-79 μ.Χ.), ο συγγραφέας της *Φυσικής Ιστορίας - Naturalis Historia* και του γνωστού καταλόγου εφευρετών, αν και ονομαστικά δεν αναφέρεται στον Ήρωνα, έχει αναπαράξει μηχανές του Ήρωνα, όπως την ηρώνειο πρέσσα λαδιού.

Στην άποψη ότι ο Ήρων εντάσσεται στον 1ο μ.Χ. αιώνα καταλήγει μετά τον Diels και ο **W. Schmidt**, ο πρώτος μεταφραστής στα γερμανικά των έργων του Ήρωνα (1899). Ο Schmidt τοποθετεί τον Ήρωνα μετά το 55 μ.Χ. Οι γάλλοι **Carra de Vaux** και **Tannery** (1893) εντάσσουν τον Ήρωνα μάλιστα στον 2ο μ.Χ. αιώνα, την περίοδο του αστρονόμου Πτολεμαίου (108-168 μ.Χ.). Ο γερμανός ιστορικός **O. Neugebauer**, μετά την μελέτη του για την ηρώνεια Διόπτρα (1938), και ο Δανός μελετητής **G. Drachmann**, στο έργο του Κτησίβιος, Φίλων και Ήρων (1948), αποκρούουν την άποψη ότι ο Ήρων ήταν μεταγενέστερος ή και σύγχρονος του Πτολεμαίου, θεωρούν όμως και οι δύο ότι η χρησιμοποίηση της Διόπτρας για τη μέτρηση της απόστασης μεταξύ Αλεξάνδρειας και Ρώμης έγινε με την παρατήρηση μιας συγκεκριμένης έκλειψης της Σελήνης, την οποία τοποθετούν χρονικά κατά το 62 μ.Χ. και συμπεραίνουν έτσι ότι ο Ήρων έζησε περί τον 1ο μ.Χ. αιώνα.

Στο έργο αυτό δεν θα υποστηρίξουμε με βεβαιότητα μία από τις παραπάνω απόψεις. Με ένα γενικότερο ιστορικό κριτήριο όμως θεωρούμε πιθανότερη την εκδοχή ο Ήρων να έζησε τον 1ο π.Χ. αιώνα. Για τους εξής λόγους:

1. Θεωρούμε βάσιμο το επιχείρημα ότι ο Ήρων ήταν ή θεωρούσε τον εαυτό του μαθητή του Κτησίβιου. Όχι με την στενή έννοια, αλλά με την αντίληψη που έχει μέχρι σήμερα επικρατήσει, ότι δηλαδή οι τρεις αυτοί μηχανικοί, ο Κτησίβιος πρώτος, ο Φίλων και ο Ήρων, αποτελούν μια σχολή αλεξάνδρινών μηχανικών με κοινά χαρακτηριστικά.

2. Η σχολή αυτή πρέπει να αναπτύχθηκε με επίκεντρο το Μουσείο και τη βιβλιοθήκη της Αλεξάνδρειας, πριν από τη μερική ίσως καταστροφή της επί Ιουλίου Καίσαρα κατά το 31 π.Χ. Ο Ήρων πρέπει να είχε στη διάθεσή του όλα τα παλαιότερα συγγράμματα και να συνέλεξε απ' αυτά τα παραδείγματα των πνευματικών μηχανών και των αυτομάτων του. Ο Ήρων πρέπει να δίδαξε στο Μουσείο, ανοίγοντας με βάση τη Μηχανική Σύνταξη του Φίλωνα μια νέα εφαρμοσμένη και τεχνολογική κατεύθυνση στην εκπαίδευση, ιδρύοντας μέσα στο Μουσείο ένα είδος Τεχνολογικού Ιδρύματος ή Αλεξανδρινού Πολυτεχνείου για μηχανικούς.

3. Δεν αποκλείεται τέλος να υπάρχει μια έμμεση ή άμεση σύνδεση του Ήρωνα και του έργου του με τον κατασκευαστή του Μηχανισμού των Αντικυθήρων, που χρονολογήθηκε με ακρίβεια και θεωρείται ότι κατασκευάστηκε περί το 81 π.Χ. Στον αραβικό κατάλογο **Fihrist** του **Muhammed ibn Ishâk an-Nadim** (987 μ.Χ.) αναφέρεται ότι ανάμεσα στις αραβικές μεταφράσεις των έργων του Ήρωνα υπήρχε και ένα με τον τίτλο: Περί λειτουργίας του αστρολάβου. Δυστυχώς η μετάφραση αυτή δεν σώθηκε. Η αδιαμφισβήτητη ύπαρξή της όμως, καθώς και οι ομοιότητες των πολύπλοκων μηχανισμών με τους οδοντωτούς τροχούς και τα γρανάζια, που περιγράφει ο Ήρωνας στην Μηχανική του, με το περίφημο αναλογικό ομοίωμα του σύμπαντος, τον Αστρολάβο των Αντικυθήρων, μας επιτρέπουν την παραπάνω υπόθεση.

Ο Ήρωνας είχε συνολικά ένα πλούσιο συγγραφικό έργο. Η δομή του έργου αυτού ακολουθεί τη δομή της Μηχανικής Σύνταξης του Φίλωνα, την οποία συμπληρώνει και εμπλουτίζει με νέες θεωρητικές μελέτες και τεχνικές καινοτομίες.

Στα έργα που σώθηκαν συγκαταλέγονται τα εξής:

1. *Όροι Γεωμετρίας* και *Γεωμετρικά,* που περιέχουν εφαρμοσμένα γεωμετρικά προβλήματα.
2. *Στερεομετρικά,* με πρακτικά προβλήματα στερεομετρίας.
3. *Περί μέτρων* και *Μετρικά Α, Β και Γ,* με γενικά προβλήματα μετρήσεων.
4. *Περί διόπτρας,* με στοιχεία τοπογραφικών μετρήσεων.

5. *Κατοπτρικά*, με στοιχεία οπτικής.

6. *Μηχανική*, από την οποία διασώθηκαν μόνο ελληνικά αποσπάσματα, ενώ το πλήρες κείμενο σώθηκε σε αραβική μετάφραση του **Kosta ben Luka**. Το σημαντικό αυτό βιβλίο περιέχει θεωρία της στατικής και της κινηματικής των σωμάτων, αναλύει τα πέντε απλά μηχανικά στοιχεία, τον τροχό, το μοχλό, το πολύσπαστο, τη σφήνα και τον κοχλία, εξετάζει τη μετάδοση κίνησης με οδοντωτούς τροχούς, τις ανυψωτικές μηχανές και άλλα σύνθετα συστήματα εφαρμοσμένης μηχανικής.

7. *Βελοποιικά*, το βιβλίο με τα παλαιότερα χειρόγραφα σχήματα, που περιέχει τη θεωρία της βολής και αναλύει τα ελληνιστικά βαλλιστικά όπλα.

8. *Πνευματικά Α και Β*, με τα αυτόματα πνευματικά και υδραυλικά συστήματα.

9. *Αυτοματοποιητική*, με τα αυτόματα θέατρα.

Στα έργα του Ήρωνα που δεν σώθηκαν συγκαταλέγονται: τέσσερις τόμοι για τα υδραυλικά ωρολόγια, στους οποίους αναφέρεται ο ίδιος ο συγγραφέας στην εισαγωγή των Πνευματικών του, και το βιβλίο για τη λειτουργία του Αστρολάβου, για το οποίο ήδη μιλήσαμε.

Το συνολικό έργο του Ήρωνα αποτελεί σταθμό στην ιστορία της τεχνολογίας, τόσο γιατί συστηματικά συνέλεξε τις μέχρι τότε γνωστές εμπειρίες όσο και για τις καινοτομίες και τις εφευρέσεις του, που άνοιξαν το δρόμο σε μια τεχνολογικά νέα εποχή.

5. Τα Πνευματικά του Ήρωνα και το πρόβλημα της εφαρμογής τους στην παραγωγή

Ενώ ο Ήρωνας αναφέρεται στα βιβλία του σε πολλά παλαιότερά του συγγράμματα με παραδείγματα αυτοκίνητων μηχανών, τα Πνευματικά του αποτελούν για μας το παλαιότερο από τα ελληνικά συγγράμματα που σώθηκαν στο πρωτότυπο και αφορούν εφαρμογές πνευματικών και υδραυλικών αυτόματων συστημάτων.

Το έργο αυτό, που χωρίζεται σε δύο βιβλία, αποτελεί μια συστηματική συλλογή παλαιότερων και σύγχρονων του συγγραφέα μηχανών, που κινούνταν με την πίεση του νερού, του ατμού και του αέρα, προκαλούσαν ήχους όμοιους με εκείνους των ζώων και των πουλιών και είχαν σαν στόχο είτε να στολίσουν δημόσιους χώρους και να ικανοποιήσουν αισθητικά τους θεατές τους είτε να χρησιμεύσουν πρακτικά για την αντιμετώπιση αναγκών, για ιδιωτική ή δημόσια χρήση.

Μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα των αυτόματων αυτών συστημάτων από τα Πνευματικά του Ήρωνα είναι:

1. **Αυτόματη σπονδή**, όπου «μόλις ανάψει φωτιά σ' ένα βωμό για θυσία, τότε από τα αγάλματα που στέκονται δίπλα στο βωμό ρέει αυτόματα σπονδή και η φωτιά σβήνει» (Α12).
2. **Αυτόματες πύλες ναού**, όπου «μόλις γίνει η θυσία στο βωμο που βρίσκεται στην είσοδο ναού, οι πόρτες του ναού ανοίγουν αυτόματα, και μόλις σβήσει η φωτιά στο βωμό, οι πόρτες κλείνουν πάλι από μόνες τους» (Α38).
3. **Αυτόματη κρήνη**, όπου με την εφαρμογή υδραυλικών σιφωνίων, μηχανικών συστημάτων μετάδοσης και πνευματικών μεθόδων παραγωγής ήχων, μία δημόσια κρήνη, με κελαηδήματα πουλιών και μια περιοδικά περιστρεφόμενη κουκουβάγια, λειτουργούσε αδιάκοπα (Α16).
4. **Υδραυλικό μουσικό όργανο**, η *ύδραυλις*, με αυτόματο χειροκίνητο ή ανεμοκίνητο εμβολοφόρο πνευματικό μηχανισμό, που υπολείμματά της βρέθηκαν πρόσφατα και απέδειξαν ότι οι μηχανές του Ήρωνα δεν ήταν απραγματοποίητες τεχνικές επινοήσεις, αλλά υλοποιήθηκαν και εφαρμόστηκαν στα ελληνιστικά ακόμη χρόνια (Α42, 43).
5. **Δίχρονη πυροσβεστική αντλία**, για την εκτόξευση νερού υπό πίεση, που λειτουργούσε με τη χρήση λεπτών υδραυλικών βαλβίδων και δύο αντίρροπων εμβολοφόρων αντλιών, σαν τις σημερινές δίχρονες μηχανές εσωτερικής καύσης (Α28).
6. **Η σφαίρα του Αιόλου**, που μετέτρεπε τη διαστολή του θερμού ατμού σε κινητήρια περιστροφική δύναμη και αποτελούσε αναμφισβήτητα τον πρόδρομο της ατμομηχανής. «Πάνω από ένα θερμαινόμενο λέβητα με νερό», λέει ο Ήρωνας, «περιστρέφεται από μόνη της μια σφαίρα, σταθερή κατά τον ένα της άξονα» (Β11).

Και ακόμα ανάμεσα στα πάμπολλα παραδείγματα αυτόματων μηχανών (80 συνολικά), τα Πνευματικά του Ήρωνα περιέχουν μερικά από τα πρώτα γνωστά κλειστά συστήματα ελέγχου, συστήματα με ανάδραση και αυτόματη ρύθμιση της λειτουργίας τους. Τέτοια συστήματα είναι:

1. Ο αυτόματος έλεγχος στάθμης υγρού, που αποτελεί βελτίωση παλαιότερων μεθόδων του Φίλωνα (Α19).
2. Ο αυτόματος έλεγχος ροής υγρού (Α20, Β31).
3. Ο αυτόματος έλεγχος βάρους (Β30).

Εύλογα γεννιέται εδώ το μεγάλο ερώτημα: Γιατί δεν εφαρμόστηκαν οι επινοήσεις του Ήρωνα, η ατμοκίνηση και ο αυτόματος έλεγχος των συστημάτων, στην παραγωγή, στις μεταφορές, στην αυτοματοποίηση των μηχανών;

Η απάντηση στο ερώτημα αυτό δεν είναι εύκολη. Γιατί εύκολο δεν είναι να υποθέσει κανείς, αν οι αρχαίοι έλληνες δεν μπορούσαν, δεν ήθελαν ή δεν χρειάζονταν τη μαζική παραγωγή των αυτόματων μηχανών τους και τη δημιουργία ενός νέου αυτοκίνητου τεχνητού κόσμου, που θα αντικαθιστούσε τον άνθρωπο. Μερικές μόνο πιθανές ερμηνείες μπορούμε εδώ ενδεικτικά να αναφέρουμε:

1. Τόσο η σημαντική εφεύρεση της ατμοκίνησης, της αρχής της ατμομηχανής, όσο και η συστηματική, επιστημονική μελέτη και σχεδίαση των αυτόματων συστημάτων, πρέπει να είναι εξαιρετικά νέα επιτεύγματα της ελληνιστικής τεχνικής σκέψης, που δεν πρόλαβαν ακόμα να βρουν τη μαζική πρακτική εφαρμογή τους στην παραγωγή. Χρειάζεται χρόνος για να μετατραπεί μία ιδέα σε πράξη. Χρειάζεται μία περίοδος πειραματικής εφαρμογής σε διάφορους επί μέρους τομείς, πριν από την πλατειά διάδοση μιας νέας ριζοσπαστικής εφεύρεσης. Θα μπορούσαμε λοιπόν να υποθέσουμε ότι τα χρόνια του Ήρωνα αντιστοιχούν στα πρώτα βήματα, στις αρχές μιας ανολοκλήρωτης βιομηχανικής επανάστασης, χωρίς να γνωρίζουμε για τα χρόνια αυτά πώς, σε ποια έκταση και για ποια χρήση εφαρμόστηκαν οι τεχνολογικές αυτές εφευρέσεις.

2. Βασική, παραδοσιακή πηγή ενέργειας, κινητήρια δύναμη των περισσότερων μηχανών, ήταν τα ζώα και ο άνθρωπος, ειδικότερα ο δούλος. Ζώα και δούλοι υπήρχαν αρκετοί, ιδιαίτερα στα ελληνιστικά αυτά χρόνια, όπου οι διάδοχοι του Μεγάλου Αλεξάνδρου άπλωναν την κυριαρχία τους πάνω στο μεγαλύτερο μέρος του γνω-

στού τότε κόσμου. Η αντικατάσταση των δούλων με μηχανές δεν πρόβαλε σαν επιτακτική ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας. Αλλά ακόμη περισσότερο, η ενέργεια στην αρχαία Ελλάδα ήταν ταυτισμένη με την ψυχή, με τη ζωή, ήταν η ενέργεια των ζωντανών όντων. Πλάι σ' αυτήν ήταν οι φυσικές μορφές της ενέργειας, όπως η φωτιά, η πίεση του νερού, η δύναμη του αέρα, η δυναμική ενέργεια κατά την πτώση των σωμάτων. Η αντικατάσταση αυτών των ζωντανών και φυσικών μορφών ενέργειας με ενέργεια τεχνητή, κατασκεύασμα του ανθρώπου, όπως είναι ο ατμός κι όπως θα ήταν ο ηλεκτρισμός και το πετρέλαιο, απαιτούσε ένα επιπλέον άλμα στην τεχνική σκέψη, άλμα που έγινε πολλούς αιώνες αργότερα.

3. Ο άνθρωπος δεν ήταν μόνο πηγή ενέργειας αλλά ήταν και μία άριστη μηχανή, εξαίρετο σύστημα χειρωνακτικής εργασίας, ζωντανό εξάρτημα ελέγχου των άλλων μηχανών, αδιάσπαστο τμήμα κάθε ανθρωπομηχανής. Κανείς άλλος δεν μπορούσε να φτάσει την ποιότητα της δουλειάς του. Έτσι ο άνθρωπος φάνταζε αναντικατάστατος. Η πολυπλοκότητα των μηχανισμών που θα απαιτούνταν για την εξομοίωση και των πιο απλών ανθρώπινων λειτουργιών έμοιαζε απραγματοποίητη. Ένα ακόμα τεχνικό άλμα θα ήταν αναγκαίο, η αρχή του οποίου γίνεται με τον ιδιοφυή προγραμματισμό των κινήσεων, που πρώτος αναφέρει στην Αυτοματοποιητική του ο Ήρωνας, και το τέλος του φτάνει στη σύγχρονη εποχή μας.

4. Ο κοινωνικός διαχωρισμός των ελεύθερων και των δούλων, ο χωρισμός της πνευματικής και της χειρωνακτικής εργασίας, αν και δεν ήταν απόλυτος ούτε στην αρχαία Αθήνα ούτε στην ελληνιστική Αλεξάνδρεια, εμπόδισε τους φιλοσόφους και τους μηχανικούς να ασχοληθούν με τα απλά πρακτικά προβλήματα του ανθρώπινου μόχθου και κράτησε τα αυτόματα εγκλωβισμένα στο στρατόπεδο της πνευματικής, επιστημονικής και καλλιτεχνικής δημιουργίας. Η αντικατάσταση των δούλων με μηχανές θα απαιτούσε όχι μόνο ένα τεχνικό αλλά και ένα κοινωνικό άλμα.

5. Όπως, τέλος, η μετάβαση από τα εργαλεία στις μηχανές, έτσι και η μετάβαση από τις απλές μηχανές στις αυτοκίνητες, αυτόματες, ανεξάρτητες μηχανές και η μαζική χρήση τους στην παραγωγή απαιτούσε μια μεγάλη τεχνολογική αυτοπεποίθηση: Ο άνθρωπος έπρεπε να ξεπεράσει το φόβο και να αποκτήσει τη σιγουριά πως μπορεί να δημιουργήσει έναν αυτόνομο τεχνητό κόσμο. Έπρεπε να αρνηθεί τον ανθρωποκεντρισμό, να αμφισβητήσει την κυριαχία της φύσης, να καταργήσει την αρμονία στις σχέσεις του ανθρώπου με

το φυσικό του περιβάλλον. Έπρεπε να ανατρέψει τις ιδέες αυτές, που επικρατούσαν στην αρχαία Ελλάδα, και να επιχειρήσει στο μυαλό του τον πλήρη διαχωρισμό της τεχνολογίας από την τέχνη, της χρησιμότητας από την ευχαρίστηση, της μηχανής από τον άνθρωπο. Και αυτό το διαχωρισμό είτε δεν ήταν ακόμη ώριμοι είτε δεν θέλησαν συνειδητά να ολοκληρώσουν οι μηχανικοί των ελληνιστικών χρόνων.

6. Η Αυτοματοποιητική του Ήρωνα

Το ελληνικό κείμενο της Αυτοματοποιητικής σώθηκε ακέραιο σε 39 τουλάχιστον χειρόγραφα (βλέπε Παράρτημα 3, Θέμα 1. Τα χειρόγραφα της Αυτοματοποιητικής). Αυτό και μόνο δείχνει το μεγάλο ενδιαφέρον που είχε το έργο του Ήρωνα για τους κατοπινούς του μελετητές. Το έργο αυτό διασώθηκε κατά τα ρωμαϊκά και τα βυζαντινά χρόνια, αξιοποιήθηκε από τους άραβες και τους ευρωπαίους μηχανικούς του Μεσαίωνα, αποτέλεσε βάση για επανειλημμένες προσπάθειες ανακατασκευής των αυτόματων θεάτρων, μεταφράστηκε στα αραβικά, τα ιταλικά, τα γαλλικά και τα γερμανικά (βλέπε Παράρτημα 3. Θέμα 2. Οι πρώτες εκδόσεις της Αυτοματοποιητικής).

Η Αυτοματοποιητική του Ήρωνα είναι το αρχαιότερο γνωστό κείμενο που περιέχει περιγραφές αυτόματων μηχανικών συστημάτων ικανών να πραγματοποιούν προγραμματισμένες κινήσεις. Ο Ήρωνας παρουσιάζει στο έργο του τη μορφή και την τέχνη της κατασκευής των αρχαίων αυτόματων θεάτρων, και τα χωρίζει σε δύο είδη: το κινητό (*ὑπάγον*) και το σταθερό (*στατόν*) αυτόματο.

Τα **κινητά αυτόματα** τα περιγράφει ως εξής: «Κατασκευάζονται ναοί ή βωμοί μετρίου μεγέθους, ικανοί να μετακινούνται αυτόματα και να στέκονται μετά σε καθορισμένες θέσεις. Και οι μορφές πάνω σε αυτούς κινούνται όλες από μόνες τους, με μια λογική ακολουθία κινήσεων που ταιριάζει στο σχετικό μύθο και τέλος επιστρέφουν στην αρχική τους θέση» (1.2). Τέτοια αυτόματα με τη μορφή ναών είχαν επάνω τους μορφές, όπως το Διόνυσο ή τη Νίκη, που μπορούσαν να περιστρέφονται, είχαν Βάκχες που χόρευαν κάτω από τον ήχο τυμπάνων και κυμβάλων, είχαν βωμούς όπου ξάφνου άναβαν αυτόματα φωτιές και πάλι αυτόματα λουλούδια στεφάνωναν το ναό και με συστήματα υδραυλικά έτρεχε γάλα ή κρασί σε τακτά χρονικά δι-

αστήματα (σχ. 11) (βλέπε Κεφάλαιο 4. Οι κινήσεις του κινητού αυτομάτου).

Τα **σταθερά αυτόματα** από την άλλη μεριά τα περιγράφει ο Ήρωνας ως εξής: «Πάνω σε ένα μικρό στύλο τοποθετείται μία σκηνή θεάτρου που διαθέτει πόρτες ικανές να ανοίγουν και που περιέχει διάταξη μορφών που αναπαριστούν ένα μύθο» (1.3).

Οι πόρτες ανοίγουν και κλείνουν αυτόματα και κάθε φορά νέες μορφές παρουσιάζονται μέχρις ότου ολοκληρωθεί η παράσταση (σχ. 43). «Και οι μορφές που εμφανίζονται ζωγραφισμένες στον πίνακα μπορεί όλες να φαίνεται ότι κινούνται, εάν ο μύθος το απαιτεί, άλλες σαν να πιονίζουν, άλλες σαν να δουλεύουν με σκεπάρνια, με σφυριά ή με πελέκια και να προκαλούν με κάθε κτύπο κρότο σαν τον αληθινό» (1.5). Και είναι ακόμα δυνατόν φωτιές ν' ανάβουν στη σκηνή, να παρουσιάζονται πλοία κινούμενα σε διάταξη στόλου, δελφίνια να κολυμπούν, μορφές να εμφανίζονται αυτόματα και να εξαφανίζονται πάλι, κεραυνοί να πέφτουν και ν' ακούγεται ο ήχος της βροντής. Τέτοιες παραστάσεις θεατρικών έργων με πέντε πράξεις παρουσιάζει ο Ήρωνας, προκαλώντας ιδιαίτερο θαυμασμό στους θεατές του (σχ. 48-52).

Και αφού τελειώσει με την περιγραφή της μορφής, της γεωμετρίας και των κινήσεων των αυτόματων θεάτρων του, περνά στη συνέχεια αναλυτικά στη **λειτουργία** και τον τρόπο της κατασκευής τους. Δύο είναι τα μεγάλα λειτουργικά προβλήματα που έχει να αντιμετωπίσει: Το ένα είναι το πρόβλημα του κινητήριου μηχανισμού, το δεύτερο είναι το πρόβλημα του προγραμματισμού των κινήσεων.

Όλες οι πολύπλοκες κινήσεις των μηχανισμών και στα δύο είδη των αυτόματων θεάτρων προκαλούνται από την πτώση ενός μολύβδινου κινητήριου βάρους μέσα σε μια μεγάλη κλεψύδρα. Το κινητήριο βάρος είναι συνδεδεμένο μέσω ενός νήματος με έναν περιστρεφόμενο κινητήριο άξονα που συνδέεται με τη σειρά του μηχανικά με τους τροχούς ή με τα άλλα κινούμενα τμήματα του αυτομάτου. Έτσι η πτώση του βάρους προκαλεί κίνηση των τροχών ή των άλλων κινούμενων τμημάτων (σχ. 7). Ο απλός αυτός τρόπος παραγωγής της απαιτούμενης εσωτερικής κινητήριας ενέργειας του αυτομάτου, με την αξιοποίηση της δυναμικής ενέργειας του μολύβδινου βάρους, εξασφαλίζει στο αυτόματο τη δυνατότητα να κινείται, κινώντας μαζί του και τον ίδιο τον κινητήριο μηχανισμό: Το βάρος πέφτοντας, προκαλεί το ίδιο την κίνησή του. Ακόμα η κλεψύδρα, που όπως είναι γνωστό στην αρχαιότητα ήταν ένα όργανο μέτρησης του χρόνου, αποτελεί και εδώ έναν αντίστοιχο μετρητή του χρόνου

λειτουργίας του αυτομάτου: Ο χρόνος εξομοιώνεται αναλογικά με τα αντίστοιχα διαστήματα που διανύει το βάρος μέσα στην κλεψύδρα ή με τα μήκη των σχοινιών, που συνδέουν τα κινητά μέλη με το βάρος και ξετυλίγονται κατά την πτώση του.

Ιδιοφυής είναι όμως ο τρόπος **προγραμματισμού** των πολύπλοκων κινήσεων: Με τρία διαφορετικά είδη περιελίξεων του νήματος γύρω από τον κινητήριο άξονα επιτυγχάνει ο Ήρωνας ένα τριαδικό σύστημα προγραμματισμού. Δεξιόστροφη, αριστερόστροφη και ελεύθερη περιέλιξη προκαλούν αντίστοιχα κίνηση προς τα εμπρός, προς τα πίσω ή ακινησία. Με την ψηφιακή λογική θα λέγαμε σήμερα ότι εξασφαλίζονται έτσι τρεις καταστάσεις λειτουργίας: +1, —1 ή 0 (σχ. 9). Και έτσι με μιαν ατέλειωτη σειρά τέτοιων λεπτών προγραμμάτων, αποτελούμενων από περιελίξεις νημάτων, γίνονται διαδοχικά όλες οι προγραμματισμένες κινήσεις, τόσο των κινητών όσο και των σταθερών αυτομάτων (σχ. 56).

Για τα κινητά αυτόματα ο Ήρωνας περιγράφει: Μηχανισμούς ευθύγραμμης πορείας και επιστροφής (σχ. 20), κυκλικής κίνησης του αυτομάτου (σχ. 24), ανύψωσης των τροχών και κίνησης σε ορθογώνιο παραλληλόγραμμο (σχ. 26), ανεξάρτητης κίνησης των τεσσάρων τροχών και σύνθετης ελικοειδούς κίνησης (σχ. 31-33). Ακόμα, μηχανισμούς για το αυτόματο άναμμα της φωτιάς στους βωμούς (σχ. 34), για τη συγχρονισμένη εκροή κρασιού και γάλατος (σχ. 35), για την περιστροφή των ειδώλων (σχ. 36), για την παραγωγή ήχων από τύμπανα και κύμβαλα (σχ. 37), για το στεφάνωμα του ναού με λουλούδια (σχ. 38), για το χορό των Βακχών (σχ. 39).

Για τη λειτουργία των σταθερών αυτομάτων ο Ήρωνας αναφέρει: Μηχανισμούς για την αυτόματη εμφάνιση της Αθηνάς (σχ. 44), για την παραγωγή του ήχου της βροντής (σχ. 45), για να ανοίγουν και να κλείνουν αυτόματα οι πόρτες του θεάτρου σε προγραμματισμένα χρονικά διαστήματα (σχ. 55, 56), για τις κινήσεις των μορφών που δουλεύουν με τα σφυριά (σχ. 57), για τη διαδοχική αλλαγή των σκηνικών (σχ. 58), για την κίνηση των δελφινιών και τον παράπλου των πλοίων (σχ. 59, 60), για το άναμμα του πυρσού (σχ. 62), για την πτώση του κεραυνού και την εξαφάνιση του ειδώλου του Αίαντα (σχ. 64).

Σε κάθε μηχανισμό, αφού περιγράψει πρώτα τη μορφή, τη γεωμετρία και την επιθυμητή λειτουργία του, αναλύει στη συνέχεια ο Ήρωνας το μηχανικό μέρος της κατασκευής και παραθέτει στο τέλος τον τρόπο της αυτόματης λειτουργίας (*ἵνα αὐτόματον τοῦτο γίνηται*) (βλέπε Παράρτημα 1. Θέμα 9. αυτόματες κινήσεις).

Τα αυτόματα θέατρα του Ήρωνα είναι ένα έργο τέχνης και συνάμα μια υψηλή μορφή τεχνολογίας. Με την Αυτοματοποιητική, ένα εξαιρετικά σύνθετο δημιούργημα της ελληνιστικής τεχνολογίας, που σε ό,τι αφορά τον προγραμματισμό του δεν διαφέρει σε τίποτε από ένα σύγχρονο λογικά προγραμματιζόμενο ρομπότ, γίνεται θέατρο, γλυπτική, ζωγραφική, ποίηση, τέχνη. Παρουσιάζεται σε παραστάσεις, γίνεται δημόσιο θέαμα, με αποκλειστικό στόχο το θαυμασμό, «*τὸ ἔκπληκτον τῆς θεωρίας*». Η καινοτομία που εισάγεται δεν είναι μόνο τεχνολογική. Είναι μια καινοτομία στην τέχνη. Είναι μια αυλαία που ανοίγει στη νέα τέχνη του θεάματος. Εκεί που τη χαρά δεν την έχει μόνο ο θεατής, αλλά και ο δημιουργός που μπόρεσε να πλάσει τον τεχνητό του κόσμο, έτσι «*ὡς ἂν ἐπὶ τῆς ἀληθείας γίνοιτο* / σαν να γινόντουσαν όλα στην πραγματικότητα».

Γενικά σχόλια

1. Σχόλια για το αρχαίο κείμενο

Το αρχαίο ελληνικό κείμενο της έκδοσης αυτής στηρίχθηκε στην τελευταία γερμανική έκδοση της Αυτοματοποιητικής: Heronis Alexandrini, Opera que supersunt omnia, Vol. 1. Pneumatica et automata, Herons von Alexandria, Druckwerke und Automatentheater, Wilchelm Schmidt, Teubner, Leipzig 1899, όπως επανεκδόθηκε στη Στουτγάρδη το 1976. Η κριτική αυτή έκδοση στηρίχθηκε βασικά στο παλαιό χειρόγραφο A Marcianus 516, που χρονολογείται πιθανότατα περί τον 13ο μ.Χ. αιώνα. Συγκρίσεις έγιναν με τα χειρόγραφα Berolinensis 144 και Argentoratensis CIII 6 (βλ. Παράρτημα 3. Χειρόγραφα της Αυτοματοποιητικής). Η συμπλήρωση από εμάς των δυσανάγνωστων στο χειρόγραφο λέξεων έγινε με βάση τις κριτικές παρατηρήσεις της παραπάνω έκδοσης. Οι εικαζόμενες λέξεις περικλείονται σε τριγωνικές αγκύλες < >. Στο κείμενο διατηρήθηκε η παλαιά αρίθμηση των κεφαλαίων και των παραγράφων.

Με βάση τη διατύπωση του Ήρωνα: *«ἐν μὲν οὖν τούτῳ τῷ βιβλίῳ περὶ τῶν ὑπαγόντων γράφομεν,... ἐν δὲ τῷ ἑξῆς περὶ τῶν στατῶν αὐτομάτων γράφομεν»* (1.8), χωρίσαμε το έργο σε δύο βιβλία: Α. Για τα κινητά, Β. Για τα σταθερά αυτόματα. Οι τίτλοι των κεφαλαίων είναι δικές μας προσθήκες. Για την καλύτερη αντιστοιχία του αρχαίου και του νέου ελληνικού κειμένου θεωρήσαμε ότι η εσωτερική αρίθμηση κάθε κεφαλαίου αντιστοιχεί σε παραγράφους, ενώ στην πραγματικότητα το αρχαίο κείμενο είναι συνεχές. Για να μη διασπάσουμε την ενότητα του αρχαίου κειμένου, προτιμήσαμε να σημειώσουμε τους δείκτες των μεταφραστικών και κριτικών σχολίων στη μετάφραση και όχι στο αρχαίο κείμενο.

2. Σχόλια για τη μετάφραση

Η μετάφραση έγινε από έναν ερασιτέχνη του είδους, έναν μηχανικό. Για το λόγο αυτό παρακαλούμε να μας συγχωρεθούν οι ατέλειες και οι αδόκιμοι νεωτερισμοί. Παρά την απλότητα της «κοινής ελληνικής», στην οποία είναι γραμμένο το έργο του Ήρωνα, η βασική μεταφραστική δυσκολία ήταν να αποδοθούν με ακρίβεια οι τεχνικοί όροι, οι τεχνικές εκφράσεις, τα τεχνικά νοήματα του κειμένου. «*Ὕσπληγξ*» π.χ. είναι το ξύλο με το οποίο χτυπούσαν τους χοίρους ή το τεντωμένο σχοινί στις αφετηρίες των σταδίων ή ένα ξύλινο εξάρτημα στους καταπέλτες, και το μεταφράσαμε «σύστρεμμα νεύρων», ένα είδος ελατήριου, η τάση του οποίου αποτελούσε εναλλακτική κινητήρια δύναμη των αυτομάτων. «*Κνώδαξ*» από την άλλη μεριά είναι το σημείο έδρασης και περιστροφής ενός άξονα, περιφραστικός τεχνικός όρος που θα μπορούσε νε αποδοθεί με τη λέξη «στροφέας», λέξη όμως άγνωστη στους πολλούς. Προτιμήσαμε γι' αυτό την περίφραση. Συχνά, τέλος, επιλέξαμε την πολλαπλή ερμηνεία μιας λέξης έτσι ώστε να φωτιστεί από περισσότερες πλευρές και να κατανοηθεί η σημασία της, π.χ. «*πλινθίον*», «ορθογώνιο πλαίσιο σε σχήμα πλίνθου, κιβώτιο, τροχοκιβώτιο, βάση».

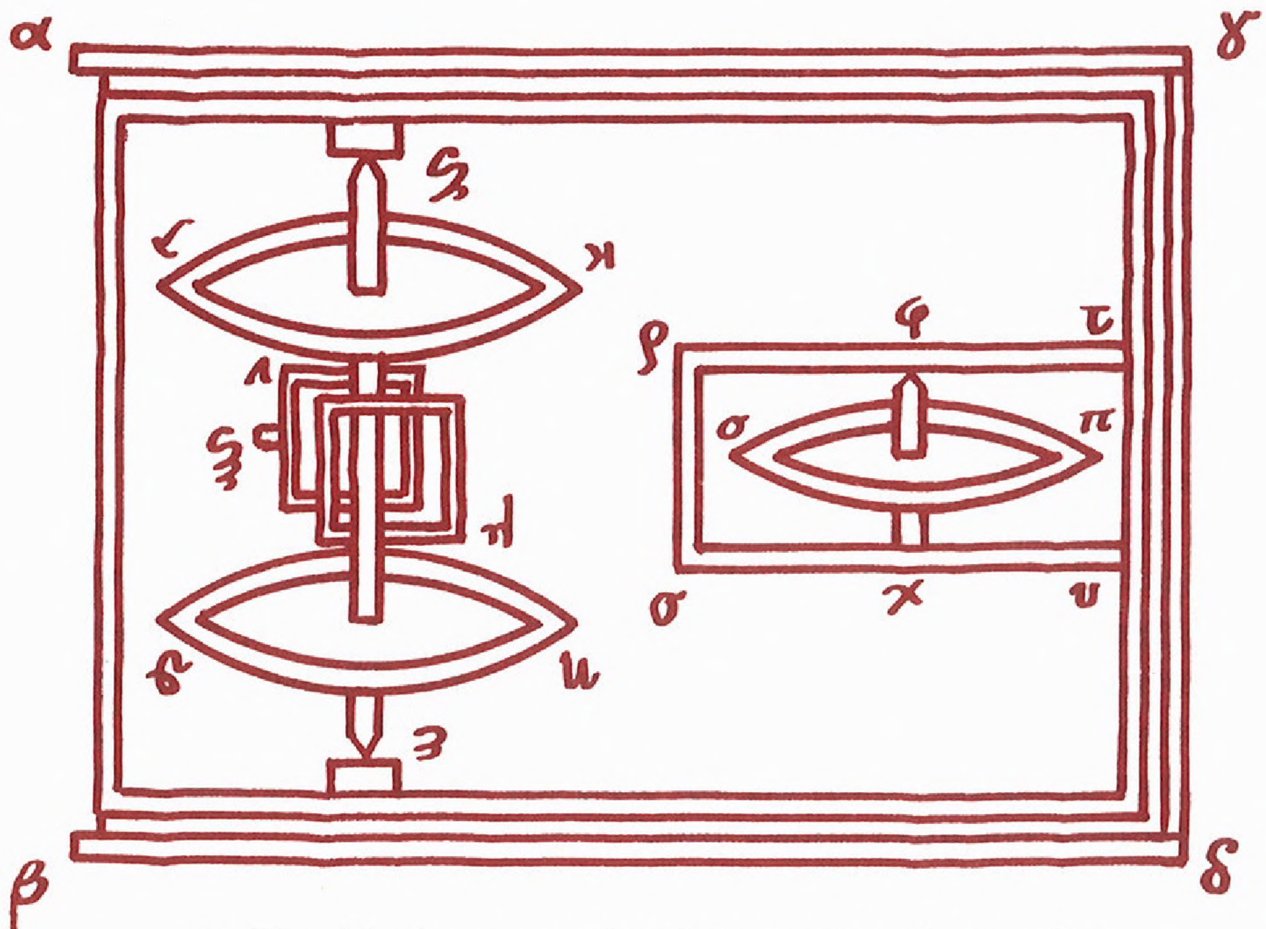
Περισσότερο για να διευκολύνουμε τον αναγνώστη να συγκρίνει τους αρχαίους ελληνικούς όρους με τις αντίστοιχες νεοελληνικές διατυπώσεις που επιλέξαμε, καθώς και να τις αντιπαραθέσει με άλλες πιθανές ερμηνείες, και λιγότερο για να παρεμβάλουμε πραγματολογικές παρατηρήσεις και διευκρινίσεις, πλαισιώσαμε το κείμενο με μεταφραστικά σχόλια, και παραθέσαμε παράλληλα στο Παράρτημα 1 του βιβλίου αλφαβητικό ευρετήριο τεχνικών όρων. Στο Παράρτημα 2 συλλέξαμε βασικά αποσπάσματα της Αυτοματοποιητικής, τα κατανείμαμε κατά θέματα και θεμελιώσαμε πάνω τους ορισμένα από τα συμπεράσματά μας. Στο Παράρτημα 3 παραθέσαμε τα σημαντικότερα χειρόγραφα και τις πρώτες εκδόσεις της Αυτοματοποιητικής, καθώς και μία επιλογή της σχετικής βιβλιογραφίας.

3. Σχόλια για τα σχήματα

Τα σχήματα είναι πρωτότυπα και σχεδιασμένα ελεύθερα. Αποτελούν μια μορφή αναστύλωσης του κειμένου. Και έγιναν με αποκλειστικό σκοπό να ζωντανέψουν, να δώσουν μορφή, εικόνα, όψη

στον γραπτό λόγο του Ήρωνα. Όπως κάθε αναστύλωση, περιέχουν όμως κι αυτά τον υποκειμενισμό του σχεδιαστή.

Για να μειώσουμε τον υποκειμενισμό αυτό, μελετήσαμε διεξοδικά τα σχέδια που είχαμε στη διάθεσή μας. Πρώτα απ' όλα γνωρίζουμε ότι ο ίδιος ο Ήρωνας συνόδευε το κείμενό του με σχέδια, σημείωνε πάνω σ' αυτά γράμματα όπως και στα γεωμετρικά σχήματα, και σχεδίαζε με την ίδια αφαιρετική γεωμετρική μέθοδο τις όψεις των μηχανισμών του, όπως λιτός και θεωρητικός ήταν ο λόγος του (βλέπε Παράρτημα 2. Θέμα 11. Πρωτότυπα σχέδια). Χαρακτηριστικά δείγματα των πρωτότυπων σχεδίων του Ήρωνα βρίσκουμε στα διασωθέντα χειρόγραφα (βλέπε π.χ. το πρωτότυπο σχέδιο της κάτοψης του πλαισίου του κινητού αυτομάτου από το χειρόγραφο A Marcianus 516, σχ. 20α, που το αναπαραστήσαμε στο αντίστοιχο σχήμα 20). Τα σχήματα αυτά είναι πράγματι συμβολικά, αφαιρετικά, γεωμετρικά και επίπεδα. Διαθέτουν αισθητικά τη λιτότητα των αρχαίων κούρων. Περιέχουν σύμβολα με τα οποία αναπαριστούν τα επιμέρους στοιχεία των μηχανισμών: το σύμβολο ενός τροχού, ενός άξονα, ενός εδράνου, ενός τυμπάνου περιέλιξης κλπ. Με τα σύμβολα αυτά συνθέτουν ένα είδος επίπεδων μηχανολογικών κυκλωμάτων και δημιουργούν έτσι μια ενιαία τεχνική διάλεκτο επικοινωνίας.



σχ. 20α. *Η κάτοψη του πλαισίου του κινητού αυτομάτου, σύμφωνα με το πρωτότυπο σχέδιο του χειρογράφου Α*

Τα σχήματα όμως αυτά διαφέρουν από χειρόγραφο σε χειρόγραφο. Έτσι π.χ. το σχέδιο 20α του χειρογράφου A Marcianus 516, έχει ανεστραμμένα τα γράμματα του κινητήριου άξονα και των τροχών, ενώ το ίδιο σχέδιο στο μεταγενέστερο χειρόγραφο Argentoratensis CIII6, έχει τα γράμματα ορθά. Σχολιάζοντας την αναστροφή των γραμμάτων στα σχέδια των χειρογράφων, μπορούμε να υποθέσουμε τα εξής:

1. Πιθανώς η σκόπιμη αναστροφή των γραμμάτων σε ένα τμήμα του σχεδίου να αποτελούσε μια διαφοροποίηση του τμήματος αυτού από το υπόλοιπο σχήμα, ένα είδος χαρακτηρισμού, χρωματισμού ή τονισμού του.
2. Τα σχέδια αυτά ήταν ίσως σχεδιασμένα σε αυτόνομα φύλλα, εξυπηρετούσαν σκοπούς εκπαιδευτικούς και ήταν δυνατόν να διαβαστούν ταυτόχρονα από τις δύο πλευρές. Η αναστροφή των γραμμάτων συμβόλιζε δηλαδή ένα είδος διαλόγου.
3. Θα μπορούσε τέλος να υποθέσει κανείς ότι με τη βοήθεια κατόπτρων γινόταν προβολή των ανεστραμμένων τμημάτων του σχεδίου σε άλλο επίπεδο.

Δυστυχώς, τα πρωτότυπα σχέδια των χειρογράφων, εκτός από ελάχιστα δείγματα που περιέχονται σε μεταγενέστερες εκδόσεις, δεν είναι σε μας προσιτά. Γνωρίζουμε όμως ότι είναι και αυτά ελλιπή. Δεν υπάρχει π.χ. πουθενά αναπαράσταση του σταθερού αυτομάτου του Ήρωνα, ούτε των σκηνικών από τις πράξεις της παράστασης του Ναυπλίου.

Τα σχέδια της γερμανικής έκδοσης που προαναφέραμε, και που επεξεργάστηκαν οι W. Schmidt και H. Querfurth, στηρίχθηκαν βασικά στο χειρόγραφο A Marcianus 516. Είναι όμως και αυτά ελλιπή, και αισθητικά πολύ απομακρυσμένα από το πνεύμα του Ήρωνα του Αλεξανδρινού.

Επιδιώκοντας να διαφυλάξουμε αυτό το λιτό γεωμετρικό και αφαιρετικό πνεύμα και ταυτόχρονα να εξασφαλίσουμε πληρότητα, σαφήνεια, λειτουργικότητα και τεχνολογική αρτιότητα, τολμήσαμε να αναπαραστήσουμε εκ νέου τα αυτόματα του Ήρωνα, να συμπληρώσουμε τα κενά, και να αναπλάσουμε με τη φαντασία μας τη μορφή των θεατρικών σκηνών, την όψη των θεάτρων, τη δομή και τη λειτουργία των μηχανισμών τους.

Μερικά από τα πρωτότυπα σχέδια των χειρογράφων ήταν έγχρωμα. Χρώμα χρησιμοποιήσαμε και μεις τόσο στις παραστάσεις εκείνες, που ο Ήρωνας παρουσιάζει σαν έγχρωμες, όσο και στα

σχοινιά, για να διευκολύνουμε το διαχωρισμό τους από τα μηχανικά τμήματα, ή σε ορισμένα κινούμενα τμήματα για να τα ξεχωρίσουμε από τα σταθερά.

Η μορφή των σχεδίων αποτελεί αναμφίβολα και μία μορφή ερμηνείας του κειμένου. Η διατύπωση π.χ. «*καθάπερ ναΐσκῳ* / όπως και σε ένα μικρό ναό» (28.3) επιτρέπει με σαφήνεια να υποθέσουμε ότι το σταθερό αυτόματο θέατρο του Ήρωνα, και ειδικότερα η σκηνή του θεάτρου, είχε μορφή ελληνικού ναού (σχ. 43).

Αντίθετα, κατά την περιγραφή του κινητού αυτομάτου χρησιμοποιείται η διατύπωση: «*τὸ ἐπιστύλιον ἐπίκειται κύκλῳ*» (3.1), δηλαδή: κυκλικά, περιμετρικά, είτε μεταφορικά μεταφραζόμενο: ολόγυρα, γύρω-γύρω. Σύμφωνα με την πρώτη ερμηνεία επιλέξαμε κυκλικό επιστύλιο στο γενικό σχέδιο του κινητού αυτομάτου (σχ. 12). Σύμφωνα όμως με τη δεύτερη μεταφορική ερμηνεία, το επιστύλιο θα μπορούσε να ήταν τετράγωνο. Πράγματι, περιγράφοντας το μηχανισμό για το στεφάνωμα του επιστύλιου, ο Ήρωνας αναφέρεται σε: «*πλέγμα ἐκ στεφάνων τετραγώνων*» (15.2), τετράγωνο δηλαδή πλέγμα λουλουδιών, το οποίο τοποθετείται μέσα σε τετράγωνο θωράκιο, που φυσικό είναι να καλύπτεται με ένα τετράγωνο διακοσμητικό κυμάτιο. Έτσι, στο ειδικό σχήμα του μηχανισμού αυτού σχεδιάσαμε το επιστύλιο τετράγωνο (σχ. 37).

Υπάρχουν τέλος πολύπλοκα σχέδια, όπως εκείνο που αφορά τους δύο ανεξάρτητους μηχανισμούς κίνησης του κινητού αυτομάτου (σχ. 41) ή το άλλο που αφορά το μηχανισμό ανύψωσης και περιφοράς της Αθηνάς (σχ. 63), τα οποία απαιτούν φαντασία και επινοητικότητα για να συμπληρωθούν γραφικά οι λειτουργικές λεπτομέρειες που λείπουν από το αντίστοιχο απόσπασμα του αρχαίου κειμένου (βλέπε Κεφ. 19 και Κεφ. 29).

Αυτοματοποιητική Ήρωνα του Αλεξανδρινού

Ἥρωνος Ἀλεξανδρέως Περὶ Αὐτοματοποιητικῆς

Κεφάλαιο 1

Το περιεχόμενο της Αυτοματοποιητικής και τα είδη των αυτομάτων

1 Τῆς *αὐτοματοποιητικῆς πραγματείας ὑπὸ τῶν πρότερον ἀποδοχῆς ἠξιωμένης διά τε τὸ ποικίλον τῆς ἐν αὐτῇ δημιουργίας καὶ διὰ τὸ ἔκπληκτον τῆς θεωρίας. ἔστι γάρ, ὡς συνελόντι εἰπεῖν, πᾶν μέρος τῆς μηχανικῆς ἐν αὐτῇ τῇ αὐτοματοποιητικῇ παραλαμβανόμενον διὰ τῶν κατὰ μέρος ἐν αὐτῇ ἐπιτελουμένων.*

1 Η μελέτη της Αυτοματοποιητικής, η συστηματική δηλαδή ενασχόληση με την τέχνη της κατασκευής αυτόματων μηχανών(1), έβρισκε μεγάλη αποδοχή(2) στους προγενέστερους(3), τόσο για την ποικιλομορφία(4) των κατασκευών(5) που περιείχε, όσο και για την έκπληξη(6) που προκαλούσε η όψη τους.

Γιατί συμβαίνει, για να το πούμε συνοπτικά, η αυτοματοποιητική να περιλαμβάνει, στις διάφορες επί μέρους λειτουργίες της, όλους τους κλάδους της μηχανικής(7).

1.1 (1) *αὐτόματος* (επίθ.) / ο αυτοκίνητος, ο ικανός να κινείται από μόνος του
αὐτόματον, τό / μηχανή αυτοκίνητη, κινούμενη από μόνη της, με εσωτερική ενέργεια
αὐτοματοποιός, ὁ / ο μηχανικός, ο τεχνίτης που κατασκευάζει αυτόματα
αὐτοματοποιητική, ἡ / η επιστήμη, η τέχνη και η τεχνική της κατασκευής των αυτομάτων
αὐτοματοποιητικὴ πραγματεία, ἡ / η μελέτη, η διατριβή, η επιμελής ιστορική καταγραφή, η συστηματική ενασχόληση με την τέχνη της κατασκευής των αυτομάτων

(2) *ἀποδοχῆς ἠξιωμένη* / αυτή που βρίσκει μεγάλη αποδοχή, αναγνώριση, είναι προσφιλής, αγαπητή

(3) *οἱ πρότερον* / οι προγενέστεροι, οι παλαιότεροι

(4) *ποικίλον, τό* / ποικιλία, ποικιλομορφία, πολυμορφία, πολυπλοκότητα

(5) *δημιουργία, ἡ* / κατασκευή, έργο (η διαδικασία της δημιουργίας)
δημιούργημα, τό / κατασκεύασμα, τεχνικό επίτευγμα, έργο τέχνης (το αποτέλεσμα της δημιουργίας)

(6) *ἔκπληκτον, τό* / έκπληξη, θαυμασμός

(7) *πᾶν μέρος τῆς μηχανικῆς ἐν τῇ αὐτοματοποιητικῇ παραλαμβανόμενον* / η αυτοματοποιητική περιλαμβάνει όλους τους κλάδους, όλα τα κεφάλαια της μηχανικής, (στην αυτοματοποιητική συμπυκνώνεται όλη η επιστημονική και τεχνολογική γνώση)

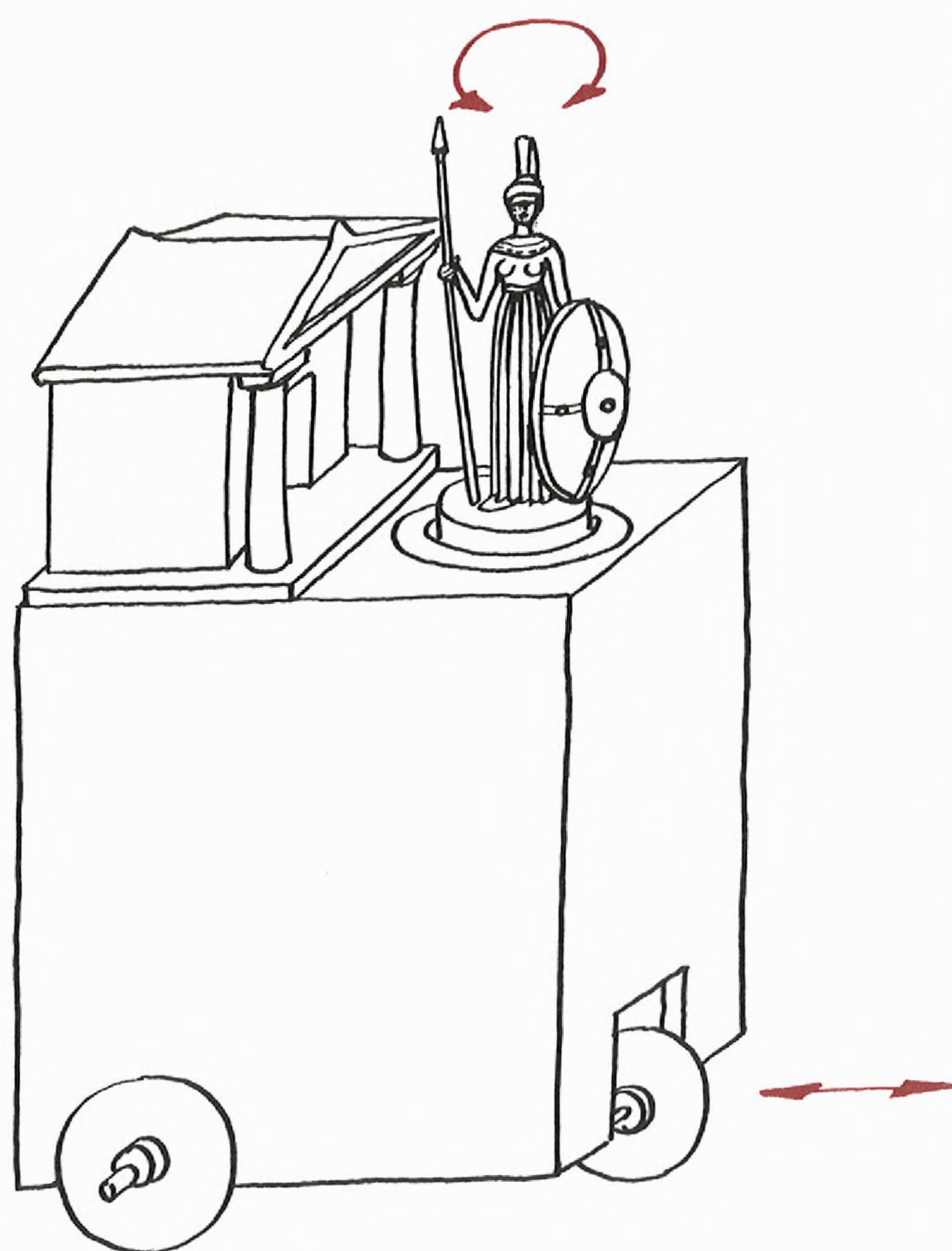
2 *ἔστι δὲ αὐτῆς ἡ ἐπαγγελία τοιάδε· κατασκευάζονται ναοὶ ἢ βωμοὶ σύμμετροι αὐτόματοί τε προσαγόμενοι καὶ κατά τινας ὡρισμένους ἱστάμενοι τόπους, καὶ τῶν ἐνόντων αὐτοῖς ζῳδίων ἕκαστον ἰδίᾳ κινεῖται πρὸς λόγον τὸν κατὰ τὴν προκειμένην πρόθεσιν ἢ μῦθον ἁρμόζοντα, καὶ εἰς τὸν ἐξ ἀρχῆς ἀποκαθίστανται τόπον. τὰ μὲν οὖν τοιαῦτα δημιουργήματα τῶν αὐτομάτων καλεῖται ὑπάγοντα.*

2 Ο στόχος[1] της αυτοματοποιητικής είναι ο εξής:

Κατασκευάζονται ναοί ή βωμοί μετρίου μεγέθους[2], ικανοί να μετακινούνται αυτόματα και να στέκονται μετά σε καθορισμένες θέσεις. Και οι μορφές, τα είδωλα[3] πάνω σε αυτούς κινούνται όλα από μόνα τους[4], με μια λογική ακολουθία κινήσεων που ταιριάζει στη δική μας πρόθεση ή στο σχετικό μύθο, και τέλος επιστρέφουν στην αρχική τους θέση.

Τέτοιου είδους κατασκευάσματα αυτόματων μηχανών ονομάζονται κινητά αυτόματα[5] (σχ. 1).

1.2 (1) *ἐπαγγελία, ἡ* / υπόσχεση, πρόθεση, σκοπός, περιεχόμενο, στόχος
ἐπάγγελμα, τό / το αποτέλεσμα της επαγγελίας
(2) *σύμμετρος* (επίθ.) / μετρίου, αναλόγου, ίσου μεγέθους
(3) *ζῴδιον, τό* / μορφή ζωντανού όντος, ανθρώπου ή ζώου, ομοίωμα, είδωλο, ειδώλιο, αγαλματίδιο ή σχέδιο
(4) *ἰδίᾳ κινεῖται* / κινείται από μόνος του, με δική του ενέργεια
(5) *ὑπάγον αὐτόματον, τό* / κινητό, κινούμενο, οδεύον αυτόματο

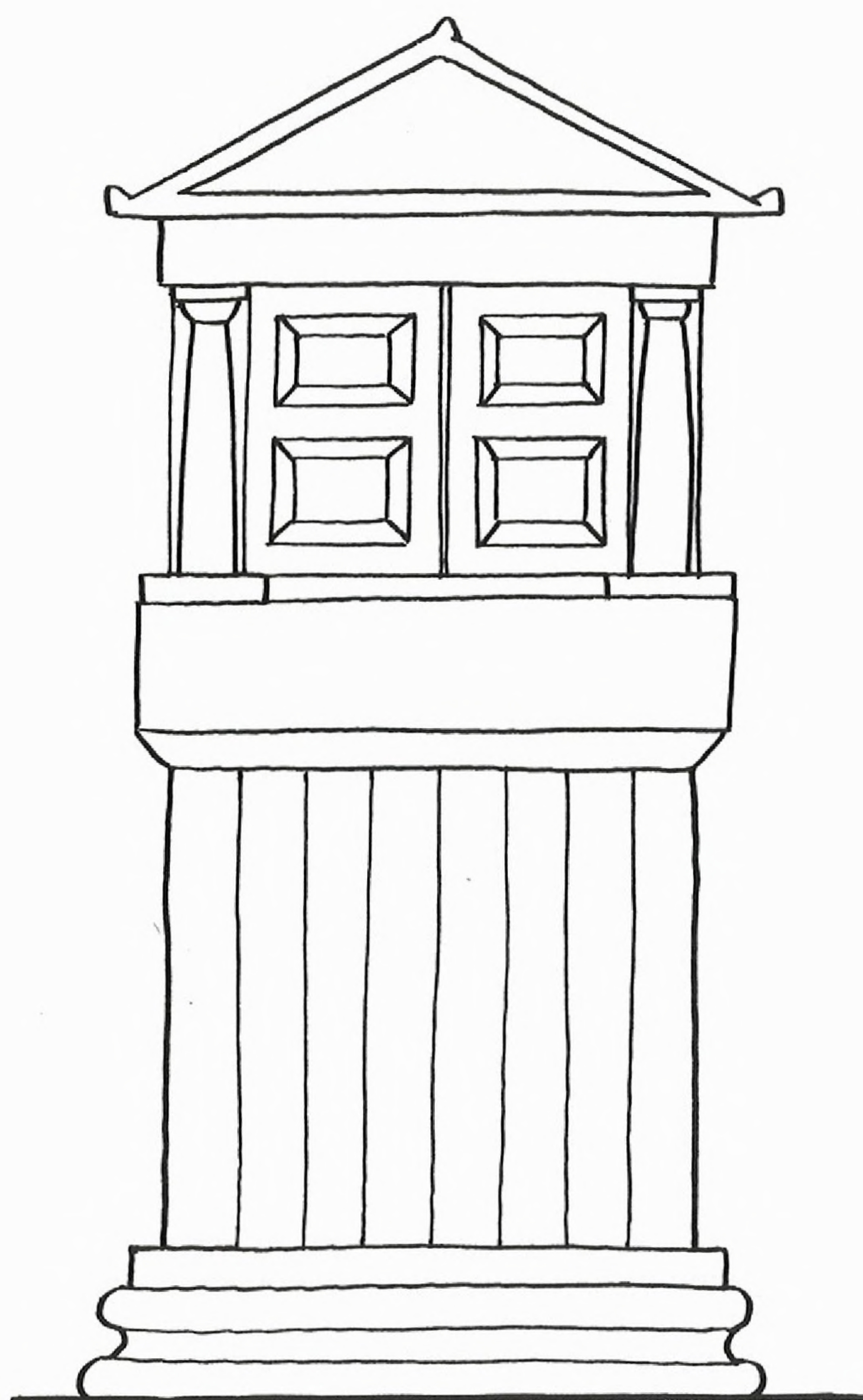


σχ. 1. *Αρχαίο κινητό αυτόματο*

3 *ἔστι δὲ καὶ ἕτερον εἶδος ἐν αὐτοῖς, ὃ καλεῖται στατόν. ἔστι δὲ καὶ τούτου ἡ ὑπόσχεσις τοιαύτη· ἐπί τινος κιονίσκου πίναξ ἐφέστηκε θύρας ἔχων ἀνοιγομένας, καὶ ἐν αὐτῷ <φαίνεται> διάθεσις ζῳδίων πρός τινα μῦθον διεσκευασμένων.*

3 Υπάρχει όμως και άλλο είδος αυτομάτων, που ονομάζεται σταθερό(1). Η λειτουργία(2) αυτού του είδους των αυτομάτων είναι η εξής: Πάνω σε ένα μικρό στύλο(3) τοποθετείται ένας πίνακας, μια σκηνή θεάτρου(4), που διαθέτει πόρτες(5), ικανές να ανοίγουν, και που περιέχει διάταξη μορφών(6), που αναπαριστούν ένα μύθο (σχ. 2).

1.3 (1) *στατὸν αὐτόματον, τό* / σταθερό, ιστάμενο, όρθιο αυτόματο
(2) *ὑπόσχεσις, ἡ* / υπόσχεση, πρόθεση, σκοπός, λειτουργία
(3) *κίων, ὁ* / *κιονίσκος, ὁ* / μικρός στύλος, κολόνα, κίονας
(4) *πίναξ, ὁ* / πίνακας, οθόνη, σκηνή θεάτρου
(5) *θύρ, ἡ* / πόρτα, αυλαία
(6) *διάθεσις, ἡ* / α) διάταξη, σύνθεση, περιεχόμενο, θέμα μιας εικόνας, β) διάταξη μορφών πάνω στη σκηνή, σκηνοθεσία, παράσταση



σχ. 2. *Αρχαίο σταθερό αυτόματο*

4 *κεκλεισμένου οὖν τοῦ πίνακος αἱ θύραι αὐτόματοι ἀνοίγονται, καὶ φαίνεται ἡ τῶν ζῳδίων τάξις γεγραμμένη· καὶ μετ' οὐ πολὺν χρόνον κλεισθεισῶν τῶν θυρῶν πάλιν αὐτομάτως καὶ ἀνοιχθεισῶν, ἑτέρα φαίνεται διάθεσις ζῳδίων ἁρμόζουσα τῇ πρότερον φανείσῃ· καὶ πάλιν κλεισθεισῶν καὶ ἀνοιχθεισῶν τῶν θυρῶν ἑτέρα διάθεσις πάλιν φαίνεται ζῳδίων ἁρμόζουσα τῇ πρότερον κειμένῃ, καὶ ἤτοι ἀπαρτίζει τὸν προκείμενον μῦθον ἢ πάλιν μετὰ ταύτην ἑτέρα φαίνεται, ἄχρις ἂν ἀπαρτισθῇ ὁ μῦθος.*

4 Ενώ λοιπόν ο πίνακας είναι αρχικά κλειστός, οι πόρτες ανοίγουν αυτόματα, και παρουσιάζεται σχεδιασμένη στον πίνακα η διάταξη των ειδώλων. Και μετά από λίγο χρόνο, πάλι αυτόματα κλείνουν οι πόρτες και ξανανοίγουν, και μια νέα διάταξη μορφών παρουσιάζεται, προσαρμοσμένη στην προηγούμενη εικόνα. Και πάλι κλείνουν και ανοίγουν οι πόρτες, και άλλη διάταξη μορφών εμφανίζεται, ταιριασμένη με την προηγούμενη, που είτε ολοκληρώνει το σχετικό μύθο, είτε πάλι μετά από αυτήν άλλη παρουσιάζεται, μέχρις ότου ο μύθος ολοκληρωθεί (σχ. 3).

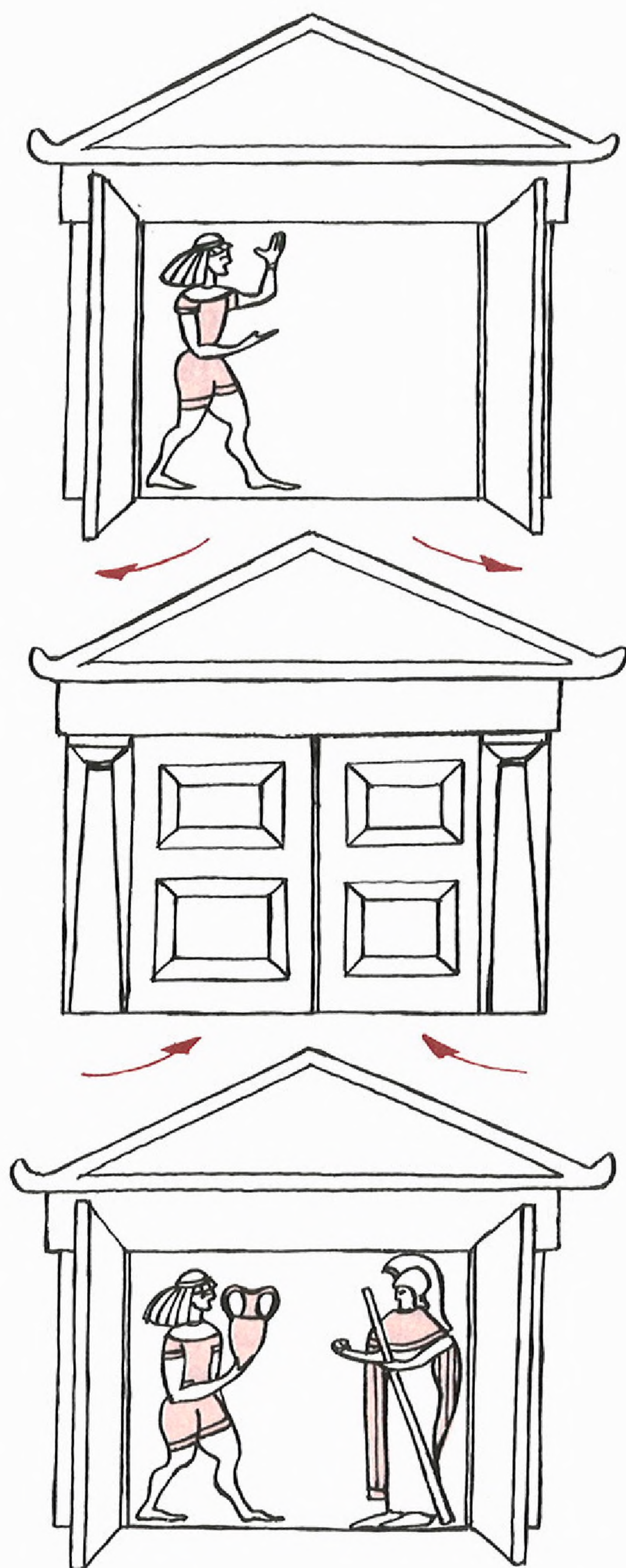
5 *καὶ τῶν φαινομένων δὲ ζῳδίων τῶν γεγραμμένων ἐν τῷ πίνακι ἓν ἕκαστον ἐν κινήσει δύναται φαίνεσθαι, ἐὰν ἀπαιτῇ ὁ μῦθος, οἷον ἃ μὲν πρίζοντα, ἃ δὲ σκεπαρνίζοντα, ἃ δὲ σφύραις ἢ πελέκεσιν ἐργαζόμενα, ψόφον ποιοῦντα καθ' ἑκάστην πληγὴν καθάπερ ἐπὶ τῆς ἀληθείας.*

5 Και οι μορφές που εμφανίζονται ζωγραφισμένες στον πίνακα μπορεί όλες να φαίνεται ότι κινούνται[1], εάν ο μύθος το απαιτεί, άλλες σαν να πριονίζουν[2], άλλες σαν να δουλεύουν με σκεπάρνια[3], άλλες με σφυριά[4] ή με πελέκια[5], και να προκαλούν με κάθε κτύπο κρότο[6] σαν τον αληθινό, όπως και στην πραγματικότητα[7].

6 *δύνανται δὲ καὶ ἕτεραι κινήσεις ὑπὸ τὸν πίνακα γίγνεσθαι, οἷον πῦρ ἀνάπτεσθαι ἢ*

6 Είναι όμως ακόμα δυνατόν κι άλλες κινήσεις να γίνονται στη σκηνή, όπως φωτιά ν' ανάβει ή να εμφα-

1.5 (1) *ἐν κινήσει δύναται φαίνεσθαι* / μπορεί να φαίνεται ότι κινούνται, μπορεί να παρουσιάζονται σε κίνηση, (πρόκειται για μορφές που κινούνται αυτόματα)
(2) *πρίζω* / πριονίζω
(3) *σκεπαρνίζω* / δουλεύω με το σκεπάρνι
(4) *σφύρα, ἡ* / σφυρί
(5) *πέλεκυς, ὁ* / πελέκι, τσεκούρι
(6) *ψόφος, ὁ* / κρότος, ήχος οξύς
(7) *καθάπερ ἐπὶ τῆς ἀληθείας* / όπως και στην πραγματικότητα, σαν τα αληθινά



σχ. 3. *Η σκηνή του σταθερού αυτομάτου*

ζῴδια ἐπιφαίνεσθαι πρότερον μὴ φαινόμενα καὶ πάλιν ἀφανίζεσθαι. καὶ ἁπλῶς, ὡς ἄν τις ἕληται δυνατόν ἐστι κινεῖν μηδενὸς προσιόντος τοῖς ζῳδίοις.

7 *ἔστι δὲ ἡ τῶν στατῶν αὐτομάτων ἐνέργεια ἀσφαλεστέρα τε καὶ ἀκινδυνοτέρα καὶ μᾶλλον πᾶσαν ἐπιδεχομένη διάθεσιν τῶν ὑπαγόντων. ἐκάλουν δὲ οἱ παλαιοὶ τοὺς τὰ τοιαῦτα δημιουργοῦντας θαυματουργοὺς διὰ τὸ ἔκπληκτον τῆς θεωρίας.*

8 *ἐν μὲν οὖν τούτῳ τῷ βιβλίῳ περὶ τῶν ὑπαγόντων γράφομεν ἐκθέμενοι διάθεσιν ποικίλην κατά γε ἡμᾶς, ἥτις ἁρμόσει πάσῃ διαθέσει πρὸς τὸ δύνασθαι τὸν προαιρούμενον ἑτέρως διατίθεσθαι μηδὲν ἐπιζητοῦντα πρὸς τὴν τῆς διαθέσεως ἐνέργειαν· ἐν δὲ τῷ ἑξῆς περὶ τῶν στατῶν αὐτομάτων γράφομεν.*

νίζονται μορφές που προηγούμενα δεν φαίνονταν και να εξαφανίζονται πάλι[1]. Και με μια λέξη, είναι δυνατόν να προκαλέσει κανείς οποιαδήποτε κίνηση επιθυμεί[2] χωρίς να πλησιάσει τις μορφές.

7 Η λειτουργία[1] των σταθερών αυτομάτων είναι ασφαλέστερη, πιο ακίνδυνη και ικανή να παρουσιάσει περισσότερες παραστάσεις, από εκείνη των κινητών αυτομάτων. Οι παλαιότεροι[2] ονόμαζαν θαυματοποιούς[3] αυτούς που κατασκεύαζαν τέτοια αυτόματα, για το θαυμασμό που προκαλούσε η όψη τους[4].

8 Σε αυτό λοιπόν το βιβλίο γράφουμε για τα κινητά αυτόματα παρουσιάζοντας μια κατά την κρίση μας πολύπλοκη[1] σύνθεση των μορφών του αυτομάτου. Είναι όμως δυνατή μια οποιαδήποτε παραλλαγή της σύνθεσης αυτής, γιατί όποιος θα επιθυμούσε να παρουσιάσει μια διαφορετική παράσταση, θα μπορούσε να το κάνει, χωρίς να χρειαστεί τίποτε επιπλέον για τη λειτουργία του αυτομάτου. Στο επόμενο δε βιβλίο γράφουμε για τα σταθερά αυτόματα.

1.6 (1) *ζῴδια ἐπιφαίνεσθαι πρότερον μὴ φαινόμενα* / εμφανίζονται μορφές που προηγούμενα δεν φαίνονταν
(2) *ὡς ἄν τις δυνατόν ἐστι κινεῖν* / μπορεί να προκαλέσει κανείς οποιαδήποτε κίνηση επιθυμεί

1.7 (1) *ἐνέργεια, ἡ* / λειτουργία
(2) *οἱ παλαιοί* / οι παλιοί, οι παλαιότεροι του Ήρωνα
(3) *θαυματουργός, ὁ* / θαυματοποιός, κατασκευαστής θαυμάτων, αξιοθαύμαστων έργων
(4) *τὸ ἔκπληκτον τῆς θεωρίας* / ο θαυμασμός, η έκπληξη που προκαλούσε η όψη (των αυτομάτων)

1.8 (1) *ποικίλος* (επίθ.) / πολύμορφος, πολύπλοκος, σύνθετος

Κεφάλαιο 2

Γενικές τεχνικές οδηγίες που αφορούν την υποδομή και την προεργασία για την κατασκευή των αυτομάτων

1 *Δεῖ δὲ πρῶτον ἀπόκροτον εἶναι καὶ ἀκλινὲς καὶ ὁμαλὸν τὸ ἔδαφος ἐν ᾧ μέλλει τὸ αὐτόματον ὑπάγειν, ἵνα μήτε οἱ τροχοὶ αὐτοῦ καταδύνωσι πιεζόμενοι μήτε ἐμποδίζωνται ὑπὸ τραχύτητός τινος μήτε πρὸς ἀνάβασιν βιαζόμενοι εἰς τὸ ὀπίσω ἐπινεύωσιν.*

2 *ἐὰν δὲ μὴ ὑπάρχῃ τὸ ἔδαφος τοιοῦτον οἷον εἴρηται, δεῖ σανίδας ἀπορθώσαντας ἐπὶ τοῦ ἐδάφους διατιθέναι, ἐν αἷς κατὰ μῆκος ἔσονται σωλῆνες δι' ἐφηλωτῶν κανόνων πρὸς τὸ τοὺς τροχοὺς ἐν τοῖς σωλῆσι κυλίεσθαι. δεῖ δὲ τὰ ὑπάγονται κατασκευάζειν ἐκ κούφων τε καὶ ξηρῶν ξύλων, κἂν ἐξ ἄλλης δέ τινος ὕλης ὑπάρχῃ τι ἐν αὐτοῖς κατεσκευασμένον, καὶ τοῦτο δεήσει ὡς κουφότατον πειρᾶσθαι ποι-*

1 Πρώτα απ' όλα πρέπει το έδαφος, στο οποίο πρόκειται να κινηθεί το αυτόματο, να είναι καλά πατημένο, στέρεο[1], χωρίς κλίση και ομαλό. Έτσι οι τροχοί του δεν θα βουλιάζουν με την πίεση (του βάρους), δεν θα εμποδίζονται από κάποια ανωμαλία του εδάφους και δεν θα γυρίζουν προς τα πίσω λόγω (κάποιας) ανηφορικής κλίσης.

2 Εάν όμως δεν υπάρχει έδαφος τέτοιο, σαν αυτό που περιγράψαμε, πρέπει πάνω από το υπάρχον έδαφος[1] να στερεώσουμε σανίδες[2], κατά μήκος των οποίων να προσαρμόσουμε μεταλλικές ράγες[3], στερεωμένες με καρφωτούς[4] ξύλινους οδηγούς[5], για να κυλάνε οι τροχοί μέσα σ' αυτές τις ράγες (σχ. 4).

Τα κινητά αυτόματα πρέπει να είναι κατασκευασμένα από ελαφριά[6] και ξερά ξύλα, κι αν κάποιο τμήμα τους είναι φτιαγμένο από άλλο υλικό, πρέπει να προσπαθήσουμε να το

2.1 (1) *ἀπόκροτον ἔδαφος, τό* / καλά πατημένο, στέρεο έδαφος

2.2 (1) *ἀπορθώνω ἐπὶ τοῦ ἐδάφους* / στερεώνω σε ορισμένο ύψος πάνω από το έδαφος

(2) *σανίς, ἡ* / σανίδα

(3) *σωλήν, ὁ* / α) σωλήνας, κυκλικός ή ημικυκλικός αγωγός, (όπως αυτός των συστημάτων ύδρευσης), β) κυλινδρική εσοχή, ημικυκλική μεταλλική ράγα, αύλακα

(4) *ἧλος, ὁ* / ήλος, καρφί
ἐφηλωτός (επίθ.) / καρφωτός, καρφωμένος, στερεωμένος με ήλους

(5) *κανών, ὁ* / κανόνας, ευθύγραμμη ξύλινη ράβδος, ξύλινος οδηγός, χάρακας

(6) *κοῦφος* (επίθ.) / κούφιος, ελαφρός

εῖν, ἵνα μὴ διὰ τὸ βάρος δυσκίνητα γένηται.

κάνουμε όσο το δυνατόν ελαφρότερο, για να μη γίνουν δυσκίνητα τα αυτόματα λόγω του βάρους.

3 *δεῖ δὲ καὶ ὅσ' ἂν ἐγκυκλίους στροφὰς ἢ κινήσεις ποιῆται, ταῦτα ἔντορνά τε ἀκριβῶς καὶ περὶ ἃ κινεῖται λεῖα καὶ μὴ τραχέα ὑπάρχειν, οἷον οἱ μὲν τροχοὶ περὶ κνώδακας σιδηροῦς ἐμβεβηκότας εἰς ἐμπυελίδας σιδηρᾶς, τὰ δὲ ζῴδια περὶ ἄξονας χαλκοῦς ἐμβεβηκότας εἰς χοινικίδας χαλκᾶς συνεσμηρισμένας αὐτοῖς.*

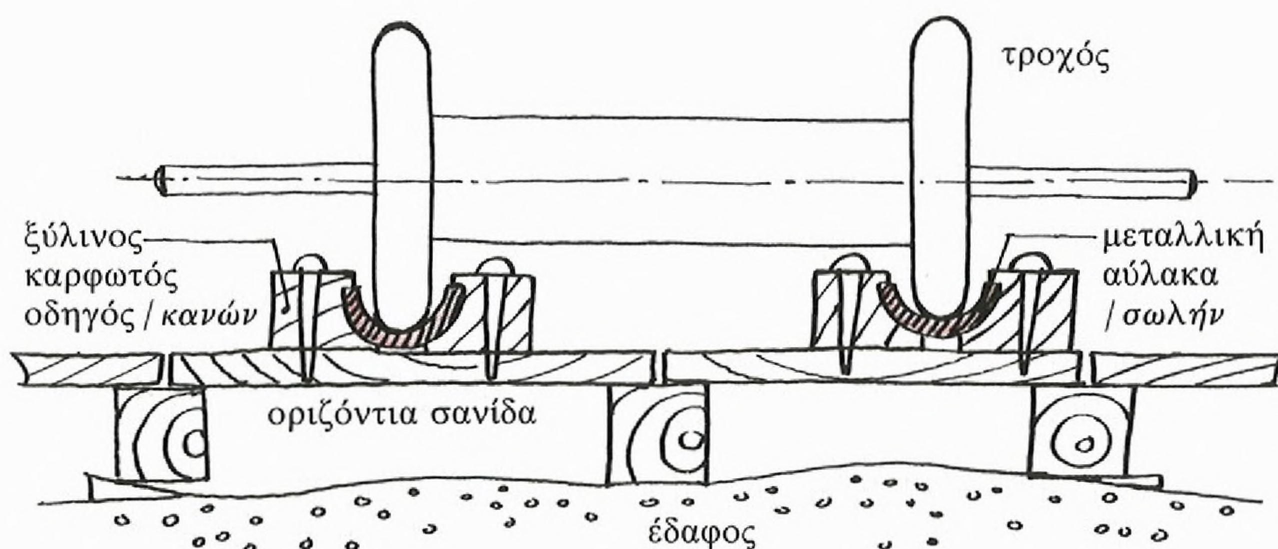
3 Πρέπει ακόμα τα μέλη που εκτελούν περιστροφές ή κυκλικές κινήσεις να είναι με ακρίβεια δουλεμένα στον τόρνο, τορνευτά[1], και οι επιφάνειες, πάνω στις οποίες περιστρέφονται, να είναι λείες και ομαλές. Έτσι πρέπει και οι τροχοί να περιστρέφονται γύρω από σιδερένιους άξονες περιστροφής[2], που εδράζονται μέσα σε σιδερένια δαχτυλίδια[3], ενώ τα είδωλα πρέπει να κινούνται στερεωμένα σε χάλκινους άξονες, που περιστρέφονται μέσα σε καλά προσαρμοσμένους χάλκινους θύλακες[4] (σχ. 5).

2.3 (1) *ἔντορνος* (επίθ.) / τορνευτός, δουλεμένος στον τόρνο

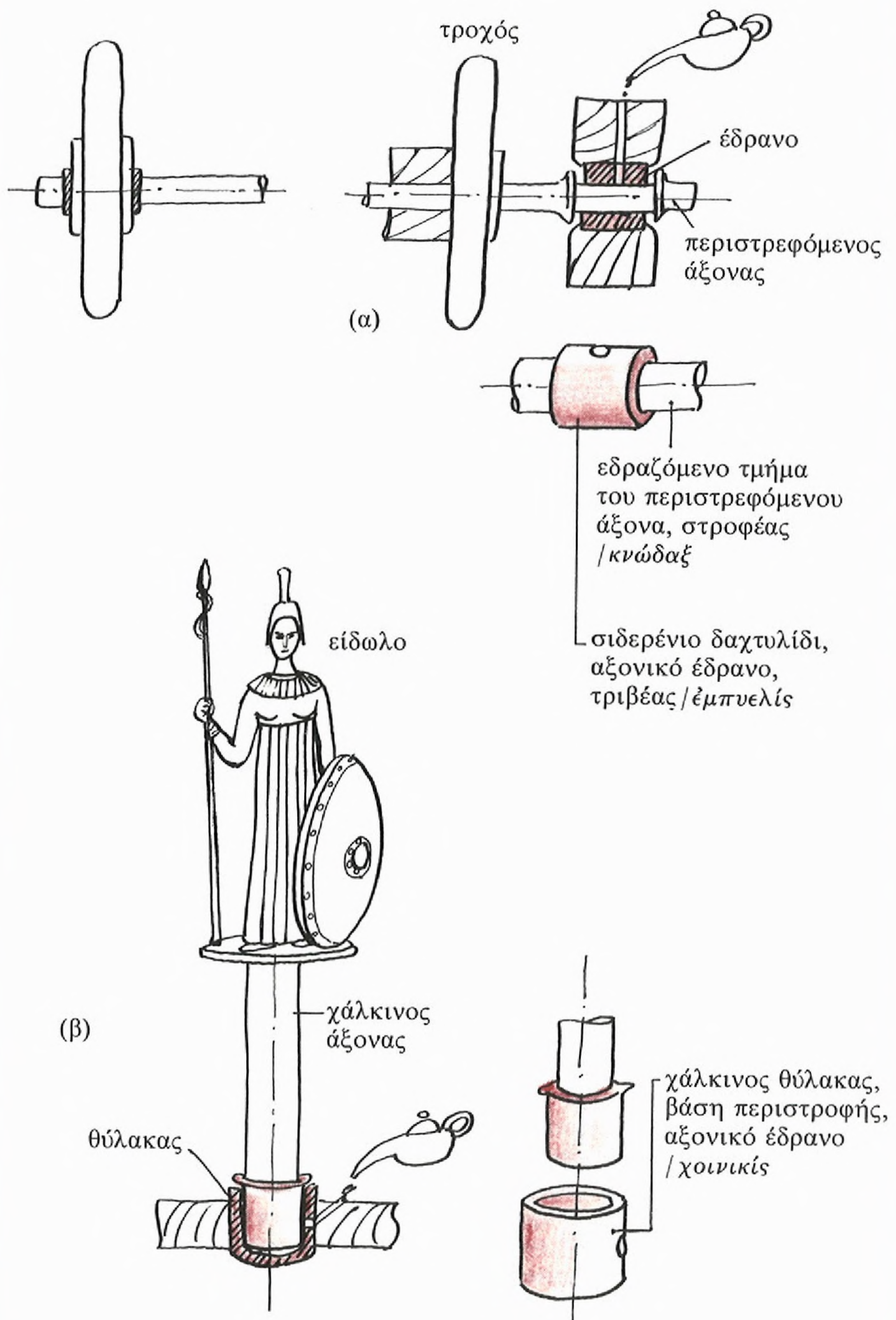
(2) *κνώδαξ, ὁ* / σημείο έδρασης και περιστροφής, εδραζόμενο τμήμα ενός περιστρεφόμενου άξονα, στροφέας

(3) *πυελίς, ἡ* / *ἐμπυελίς, ἡ* / *ἐμπυελίδιον, τό* / κοίλωμα μέσα στο οποίο περιστρέφεται το εδραζόμενο τμήμα ενός άξονα, οριζόντιο αξονικό έδρανο, δαχτυλίδι, τριβέας

(4) *χοινικίς, ἡ* / *χοινικίδιον, τό* / θύλακας μέσα στον οποίο περιστρέφεται άξονας, βάση περιστροφής, κοίλο αξονικό έδρανο ολισθήσεως



σχ. 4. *Οι τροχοί κυλούν μέσα σε ράγες*



σχ. 5. *Άξονες και έδρανα περιστροφής*

4 *καὶ ἔλαιον δὲ παρεπιχέειν δεήσει εἰς ταῦτα, ὅπως κατὰ πάντα τρόπον εὐκύλιστα πάντα ὑπάρχῃ καὶ μηδὲν παρὰ τοῦτο σφίγμα γένηται· εἰ δὲ μή, οὐκ ἔσται τῶν προκειμένων κατὰ λόγον οὐδὲ ἕν. δεῖ δὲ καὶ τὰς σπάρτους, αἷς εἰς ταῦτα προσχρώμεθα, μήτε ἐπέκτασιν μήτε συστολὴν λαμβάνειν, ἀλλὰ τοιαύτας διαμένειν τοῖς μήκεσιν οἷαι καὶ ἐξ ἀρχῆς κατεστάθησαν.*

4 Και πρέπει να τα λαδώνουμε όλα αυτά[1], για να κυλάνε σε όλες τις περιπτώσεις εύκολα και χωρίς τριβές[2]. Διαφορετικά τίποτε από όσα θα επιχειρήσουμε δεν πρόκειται να λειτουργήσει σωστά.

Πρέπει ακόμα και τα σχοινιά[3] που χρησιμοποιούμε στα αυτόματα, ούτε να διαστέλλονται[4] ούτε να συστέλλονται[5], αλλά να διατηρούν σταθερό το αρχικό τους μήκος.

5 *τοῦτο δὲ ἔσται, ἐὰν λαβόντες αὐτὰς περί τινας πασσαλίσκους διατείναντες εὖ μάλα καὶ ἐάσαντες αὐτὰς ὀλίγον χρόνον πάλιν ἐπεκτείνωμεν καὶ τοῦτο πλεονάκις ποιήσαντες κηρὸν μετὰ ῥητίνης καταψήσωμεν. βέλτιον δ' εἰ καὶ βάρος ἐξ αὐτῶν ἐξάψαντες ἐάσομεν ἐπὶ πλείονα χρόνον· προβασανισθεῖσα δὲ οὕτως οὐδεμίαν ἐπέκτασιν λήψεται ἢ παντελῶς βραχεῖαν. ἢ πάλιν ἀποκόψομεν, ὅταν ἐξαρτύσαντες τὸ αὐτόματόν τινα αὐτῶν παρεκτεταμένην εὕρωμεν.*

5 Αυτό γίνεται αν πάρουμε τα σχοινιά, τα τυλίξουμε σφιχτά γύρω από μικρούς πασσάλους, τα αφήσουμε τυλιγμένα για λίγο χρόνο, τα ξανατεντώσουμε, και αφού επαναλάβουμε τη διαδικασία πολλές φορές, τα αλείψουμε τελικά με κερί και ρετσίνι. Καλύτερα ακόμα είναι να κρεμάσουμε απ' αυτά ένα βάρος και να τα αφήσουμε για αρκετό χρόνο τεντωμένα. Αν τα επεξεργαστούμε έτσι, τότε δεν θα ξεχειλώσουν καθόλου ή θα ξεχειλώσουν ελάχιστα. Ή όταν πάλι ετοιμάσουμε[1] το αυτόματο και βρούμε κάποιο από αυτά να έχει ξεχειλώσει, τότε πρέπει να το κόψουμε.

2.4 (1) *περιχέω ἔλαιον* / λαδώνω, περιχύνω με λάδι
(2) *σφίγμα, τό* / σφίξιμο (λόγω τριβών κατά τη σχετική κίνηση μεταξύ δύο σωμάτων)
(3) *σπάρτος, ὁ* / σχοινί, φτιαγμένο από φυτικά υλικά, συνήθως σπάρτο, νήμα, κορδόνι, σπάγγος
(4) *ἐπέκτασιν λαμβάνω* / διαστέλλομαι, επιμηκύνομαι, ξεχειλώνω
(5) *συστολὴν λαμβάνω* / συστέλλομαι, κονταίνω

2.5 (1) *ἐξαρτύω* / παρασκευάζω, ετοιμάζω, συναρμολογώ

6 *νευρίνῳ δὲ οὐδενὶ δεῖ χρῆσθαι, ἐπειδὴ παρεκτείνεται καὶ συστέλλεται κατὰ τὴν τοῦ ἀέρος περίστασιν, εἰ μὴ ἄρα ὅταν δέῃ ὕσπληγγι χρήσασθαι. ὁ δὲ ὕσπληγξ ἔστω καθάπερ ἐν τοῖς καταπέλταις ὁ ἄξων κατατεταγμένος ἐν τῷ ἡμιτονίῳ, ὡς ἑξῆς ἔσται δῆλον· πάντα δὲ ταῦτα τὰ ὑπάγοντα τὴν ἀρχὴν λαμβάνει τῆς κινήσεως διὰ ὕσπληγγος ἢ λείας μολιβῆς.*

6 Ποτέ δεν πρέπει να χρησιμοποιούμε νεύρα[1] (για σχοινιά), γιατί αυτά διαστέλλονται και συστέλλονται ανάλογα με τη φυσική κατάσταση του αέρα[2]. Εκτός και αν χρησιμοποιήσουμε διάταξη με σύστρεμμα νεύρων[3]. Τα νεύρα αυτά θα πρέπει τότε να ενταθούν με τον ίδιο τρόπο που συνδέεται στους καταπέλτες ο άξονας μέσα στο ημιτόνιο, όπως θα δούμε παρακάτω[4].

Όλα λοιπόν τα κινητά αυτόματα έχουν σαν κινητήρια δύναμη, σαν αρχική αιτία[5] της κίνησής τους, είτε (την τάση από) ένα σύστρεμμα νεύρων είτε (την ενέργεια από την πτώση) ενός μολύβδινου βάρους[6].

7 *κοινὸν δέ ἐστι τοῦ κινοῦντος καὶ τοῦ κινουμένου σπάρτος ἔχουσα τὴν μὲν μίαν ἀρχὴν πρὸς τῷ κινοῦντι προσδεδεμένην, τὴν δὲ ἑτέραν πρὸς τῷ κινουμένῳ προσηγκυλωμέ-*

7 Το κινητήριο[1] και το κινούμενο σώμα συνδέονται με ένα κοινό σχοινί, του οποίου η μία άκρη είναι δεμένη στο σώμα που προσδίδει την κίνηση και η άλλη άκρη είναι στερεωμένη με θηλιά[2] πάνω στο κινού-

---

2.6 (1) *νεύρινος, ὁ* / νεύρο ζώου, (χρησιμοποιείται στις χορδές των τόξων ή στους καταπέλτες)

(2) *ἀέρος περίστασις, ἡ* / η φυσική κατάσταση του αέρα, οι ατμοσφαιρικές συνθήκες, (ζέστη ή κρύο, υγρασία ή ξηρότητα)

(3) *ὕσπληγξ, ἡ* / α) τεντωμένο σχοινί, νήμα, (σαν αυτό που έχουν στις αφετηρίες των αγώνων δρόμου), β) σύστρεμμα νεύρων, δέσμη νεύρων τεντωμένων και στριμμένων σαν ελατήριο, (χρησιμοποιείται στους καταπέλτες, αλλά αποτελεί και εναλλακτική κινητήρια δύναμη των αυτομάτων)

(4) (Δεν υπάρχει στη συνέχεια του βιβλίου τέτοια αναφορά στα ελατήρια των καταπελτών.)

(5) *ἀρχή, ἡ* / αφετηρία, αρχική αιτία, κινητήρια δύναμη

(6) *λεία, ἡ* / βάρος, αντίβαρο

2.7 (1) *το κινοῦν* / το κινητήριο, το σώμα που κινεί, που προσδίδει κίνηση σε ένα άλλο σώμα

(2) *ἀγκύλη, ἡ* / θηλιά, βρόχος
προσαγκυλώνω / θηλυκώνω, δένω με θηλιά

νην. τὸ δὲ κινούμενον ἄξων ἐστί, περὶ ὃν ἡ σπάρτος περιείληται. τῷ δὲ ἄξονι προσαραρότες εἰσὶ τροχοί, ὥστε τοῦ ἄξονος στρεφομένου καὶ ἀπειλισσομένης τῆς σπάρτου συστρέφεσθαι καὶ τοὺς τροχοὺς ἐρείδοντας ἐπὶ τὸ ἔδαφος. τοῖς δὲ τροχοῖς περίκειται τὸ τοῦ ὑπάγοντος αὐτομάτου πλινθίον.

8 *τάσιν δὲ ὕσπληγγος ἢ βάρος λείας δεῖ πρὸς τὰ ὅλα ἡρμόσθαι, ὅπως μὴ κατακρατῆται ἤτοι τὸ βάρος ἢ ἡ τοῦ ὕσπληγγος τάσις ὑπὸ τοῦ πλινθίου. αἱ δὲ ἐκ τῆς πορείας κινήσεις γίνονται πασῶν τῶν σπάρτων προσηγκυλωμένων μὲν τοῖς κινουμένοις ὀργάνοις, ἀποδεδεμένων δὲ εἰς τὴν λείαν. ἡ δὲ λεία ἐστὶν ἔν τινι σύριγγι, ἁρμοστῶς καὶ εὐλύτως δυναμένη κατεβαίνειν εἰς αὐτήν.*

μενο σώμα. Το κινούμενο αυτό σώμα είναι ένας άξονας[3], γύρω από τον οποίο είναι τυλιγμένο το σχοινί. Στον άξονα είναι ενσωματωμένοι τροχοί[4], έτσι ώστε, όταν το σχοινί ξετυλίγεται περιστρέφοντας τον άξονα, να περιστρέφονται και οι τροχοί που κυλούν πάνω στο έδαφος. Οι τροχοί περιβάλλονται από το τροχοκιβώτιο, το ορθογώνιο πλαίσιο (που αποτελεί τη βάση)[5] του κινητού αυτομάτου (σχ. 6).

8 Η τάση του συστρέμματος νεύρων ή το βάρος του αντίβαρου πρέπει να είναι συνταιριασμένα με το όλο σύστημα, έτσι ώστε το τροχοκιβώτιο να μην εξουδετερώνει το βάρος ή την τάση του συστρέμματος[1].

Και οι υπόλοιπες κινήσεις, όπως και εκείνη της πορείας του αυτομάτου, γίνονται θηλυκώνοντας όλα τα σχοινιά από τη μια μεριά πάνω στα κινούμενα εξαρτήματα και συνδέοντάς τα από την άλλη με το αντίβαρο. Το αντίβαρο μάλιστα βρίσκεται μέσα σε ένα σωληνοειδή θάλαμο[2], και είναι σε θέση να κατεβαίνει μέσα σ' αυτόν εφαρμοστά και εύκολα.

---

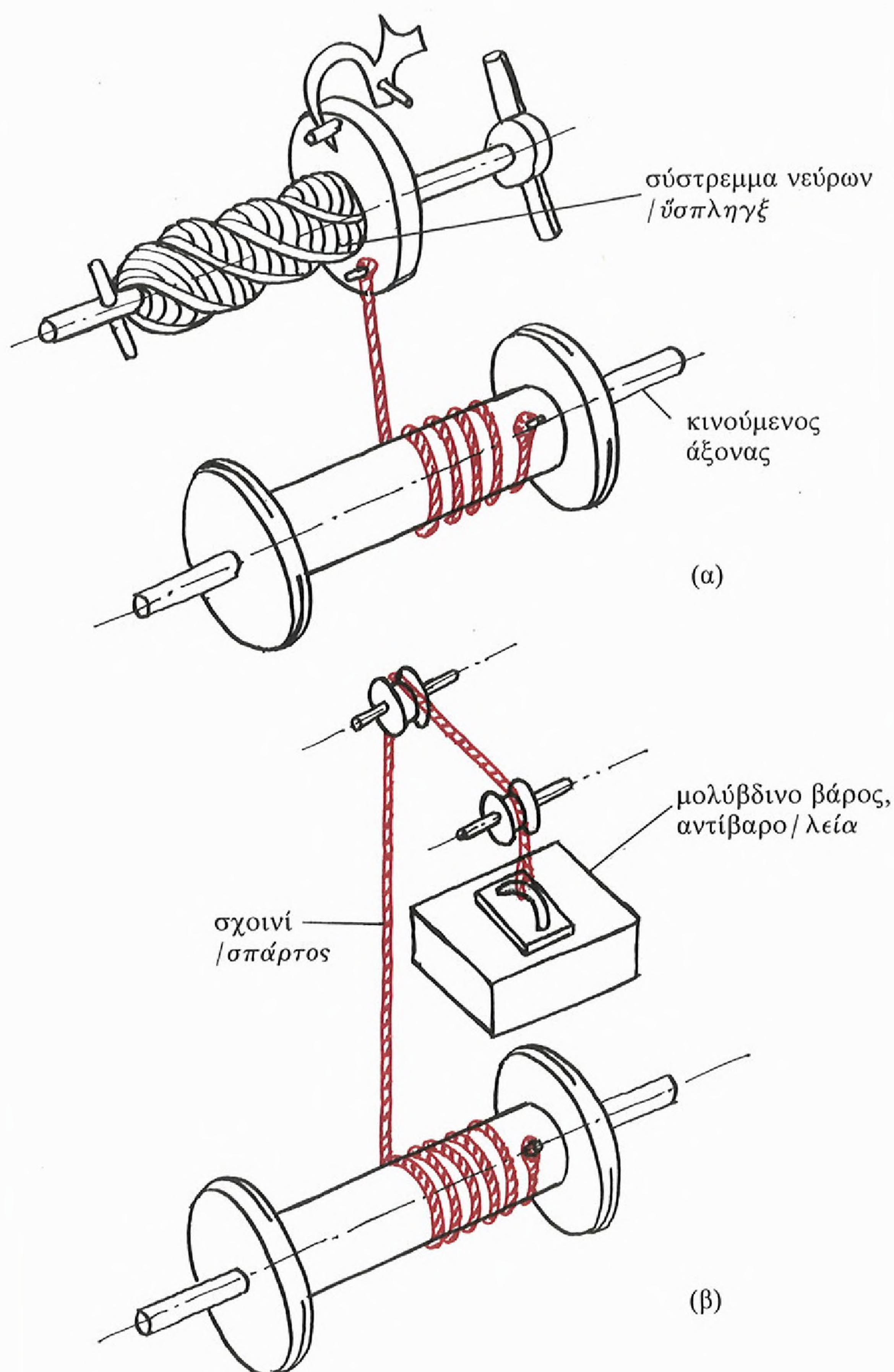
(3) *ἄξων, ὁ* / άξονας

(4) *τροχός, ὁ* / τροχός, ρόδα

(5) *πλινθίον, τό* / μικρή πλίνθος, ορθογώνιο πλαίσιο σε σχήμα πλίνθου, κιβώτιο, τροχοκιβώτιο (που αποτελεί τη βάση του κινητού αυτόματου)

2.8 (1) (Το βάρος του αντίβαρου ή η τάση του συστρέμματος δεν πρέπει να εξουδετερώνονται από τις τριβές που προκαλεί το βάρος του αυτομάτου.)

(2) *σύριγξ, ἡ* / κυλινδρικός σωλήνας, σωληνοειδής θάλαμος, (ένα είδος κλεψύδρας)



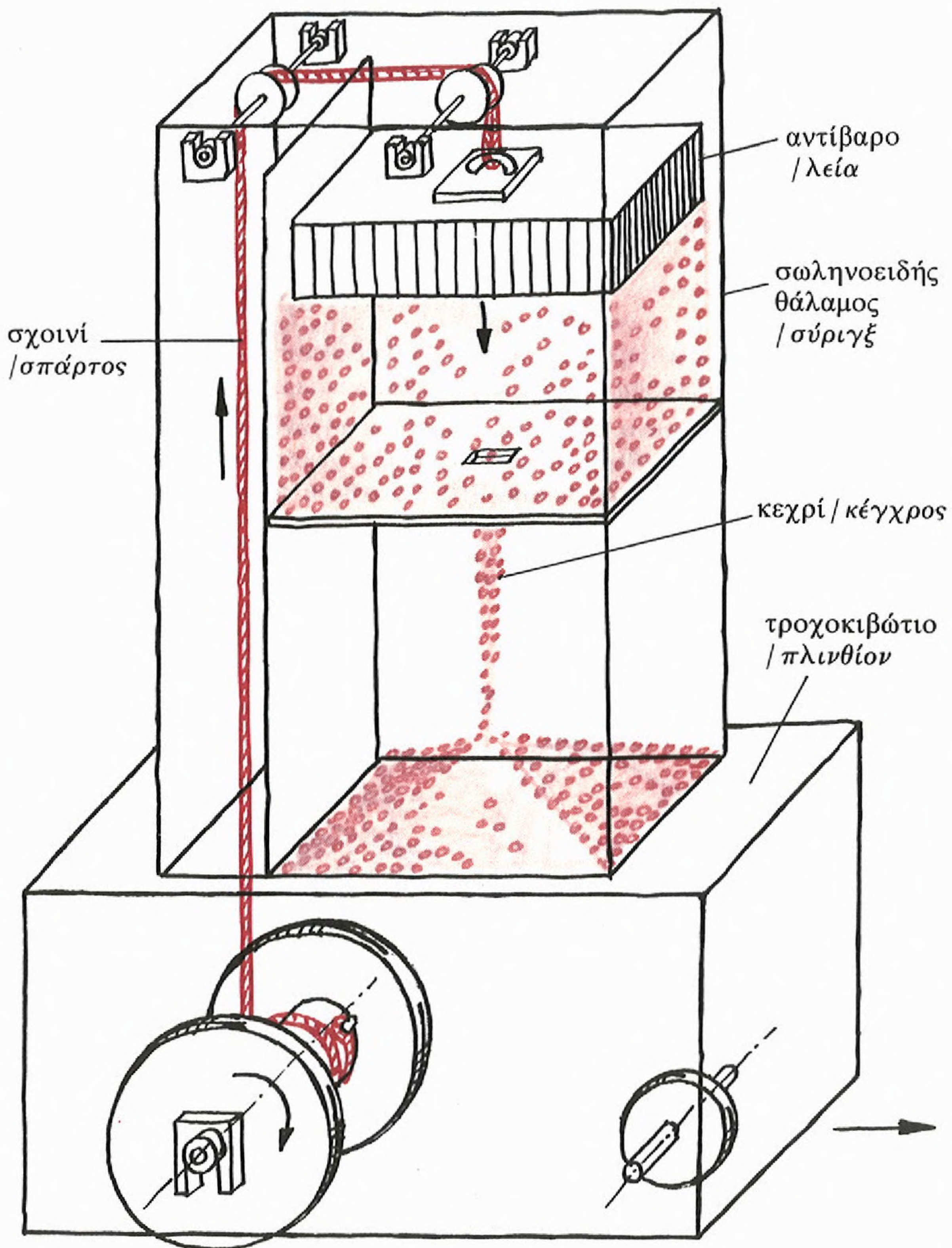
σχ. 6. *Κινητήρια συστήματα (α) με σύστρεμμα νεύρων (β) με μολύβδινο βάρος*

9 *ἐν δὲ τῇ σύριγγι ἐπὶ μὲν τῶν ὑπαγόντων ἢ κέγχρος ἢ νᾶπυ ἐμβάλλεται διὰ τὸ κοῦφά τε ἀμφότερα εἶναι καὶ ὀλισθηρά, ἐν δὲ τοῖς στατοῖς ἄμμος ξηρὰ ἐμβάλλεται, ὧν ἐκρεόντων διὰ τοῦ πυθμένος τῆς σύριγγος ἡ λεία ἠρέμα καταφερομένη τὰς κινήσεις ἀποτελεῖ ἐπισπωμένη ἑκάστην σπάρτον. ἀρχὴ δὲ κινήσεώς ἐστι τάσις σπάρτου, κινήσεως δὲ στάσις ἀπόλυσις σπάρτου ἐκπεσούσης τῆς ἀγκύλης ἀπὸ τοῦ τύλου τοῦ ἐν τῷ κινουμένῳ ὀργάνῳ.*

9 Μέσα στο θάλαμο, στα μεν κινητά αυτόματα ρίχνουμε κεχρί[1] ή σινάπι[2], επειδή και τα δύο είναι ελαφριά και γλιστρούν εύκολα, στα δε σταθερά αυτόματα ρίχνουμε ξερή άμμο. Καθώς τα υλικά αυτά χύνονται μέσα από τον πυθμένα του θαλάμου, το αντίβαρο κατεβαίνει αργά και προκαλεί τις κινήσεις, τραβώντας κάθε ένα απ' τα σχοινιά.

Η κίνηση λοιπόν αρχίζει με το τέντωμα του σχοινιού και σταματάει, όταν το σχοινί λυθεί και η θηλιά πέσει από το ξυλόκαρφο[3] που βρίσκεται πάνω στο κινούμενο όργανο (σχ. 7).

2.9 (1) *κέγχρος, ὁ* / κεχρί
(2) *νᾶπυ, τό* / σινάπι, (λεπτός σπόρος μικρότερος της φακής)
(3) *τύλος, ὁ* / ξυλόκαρφο, πίρος



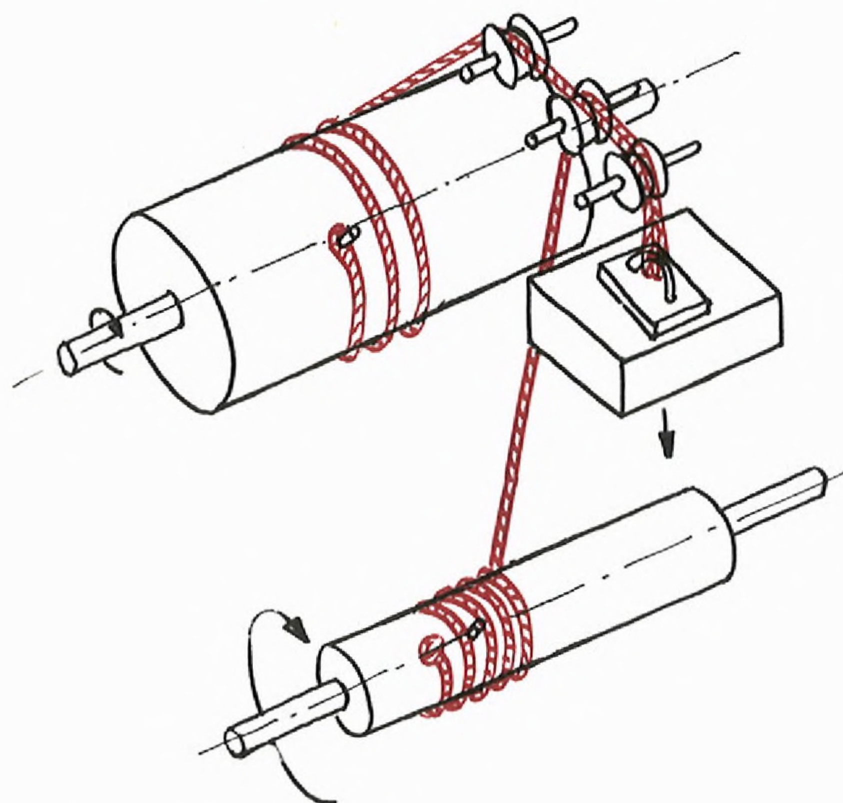
σχ. 7. *Ο μηχανισμός κίνησης του κινητού αυτομάτου*

10 *αἱ δὲ ὑπὸ τῆς λείας ἑλκόμεναι σπάρτοι πᾶσαι ἰσοταχῶς μὲν ἕλκονται, οὐκ ἰσοταχεῖς δὲ τὰς κινήσεις ποιοῦνται διὰ τὸ μὴ περὶ ὅμοια ὄργανα αὐτὰς περιειλεῖσθαι, ἀλλὰ ἃς μὲν περὶ μείζονας κύκλους, ἃς δὲ περὶ ἐλάσσονας. δεῖ δὲ τῶν μὴ ἅμα κινουμένων ὀργάνων τὰς σπάρτους μὴ ἅμα τετάσθαι, ἀλλὰ τῶν ὕστερον κινουμένων τὰς σπάρτους χαλάσματα ἔχειν.*

10 Όλα τα σχοινιά έλκονται από το αντίβαρο με ίση ταχύτητα, δεν προκαλούν όμως ισοταχείς κινήσεις, γιατί δεν είναι τυλιγμένα γύρω από όμοια εξαρτήματα[1], αλλά άλλα μεν γύρω από άξονες με μεγαλύτερες διαμέτρους και άλλα δε γύρω από μικρότερους (σχ. 8).

Πρέπει επίσης τα σχοινιά των εξαρτημάτων που δεν κινούνται αμέσως (με το ξεκίνημα των άλλων κινήσεων), να μην τεντώνονται αμέσως, αλλά τα σχοινιά των εξαρτημάτων που κινούνται αργότερα, πρέπει να έχουν (στην αρχή) ελεύθερες, χαλαρές περιελίξεις, χαλαρώματα[2].

2.10 (1) *ὄργανον, τό* / όργανο, εξάρτημα, τμήμα του μηχανισμού
(2) *χάλασμα, τό* / ελεύθερη, χαλαρή περιέλιξη, χαλάρωμα, μπόσικο του σχοινιού, (δέσμη σχοινιού που προσκολλάται ελεύθερα πάνω στον κινητήριο άξονα χωρίς να τυλίγεται γύρω απ' αυτόν)

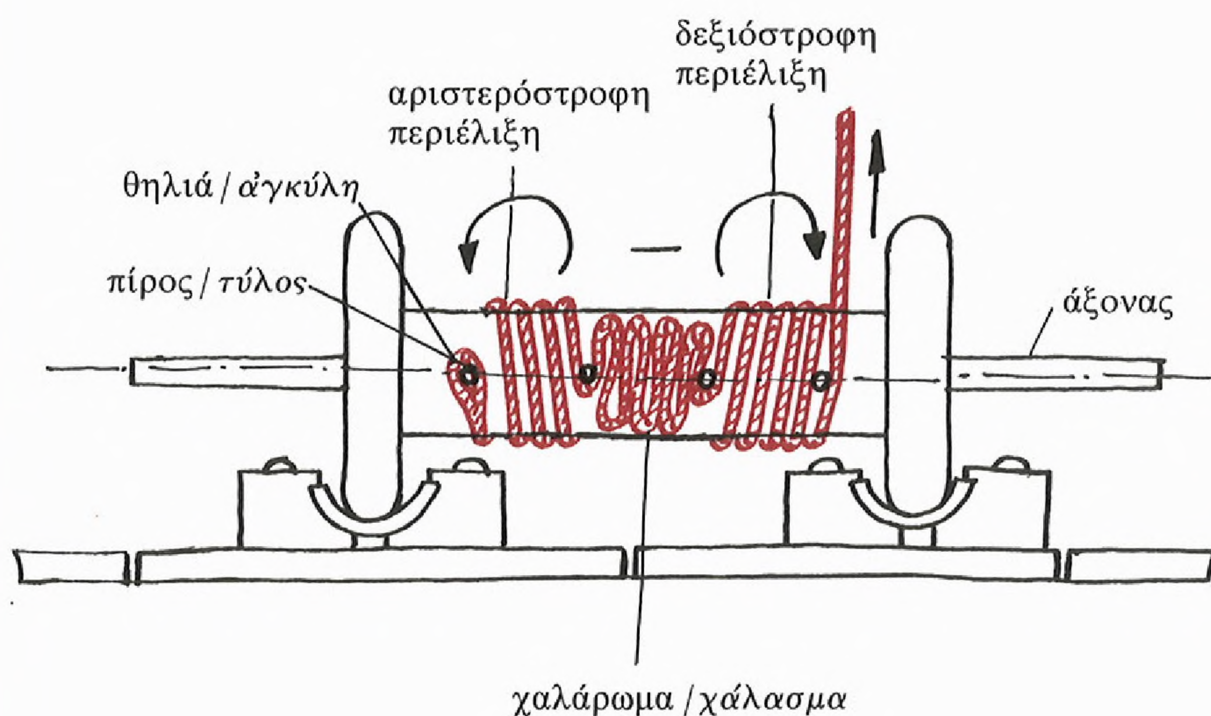


σχ. 8. *Άξονες διαφορετικών διαμέτρων συνεπάγονται διαφορετικές ταχύτητες*

11 *τὰ δὲ χαλάσματα μηρύματα δεῖ ποιεῖν καὶ προσκολλᾶν κηρῷ ἐντὸς τοῦ πλινθίου κατὰ τὸν ἐπιβάλλοντα τόπον, ὅπως ἡ λεία ἐπισπωμένη τὸ χάλασμα πραέως τείνῃ τὴν σπάρτον. προσέχειν δὲ δεῖ καὶ ταῖς σπάρτοις, ὅπως ἑκάστη αὐτῶν τῷ ἰδίῳ ὀργάνῳ προσαγκυλωθῇ καὶ μὴ ἐπ᾽ ἀριστερὰ τὴν ἐπείλησιν λάβῃ· μιᾶς γὰρ αὐτῶν ἀλλαγείσης ἢ ἐπ᾽ ἀριστερὰ ἐπειληθείσης τὰ ὅλα στάσιν λήψεται.*

11 Τα χαλαρώματα αυτά πρέπει να τα κάνουμε δέσμες[1] και να τα κολλάμε με κερί μέσα στο τροχοκιβώτιο στην κατάλληλη θέση, έτσι ώστε το αντίβαρο, τραβώντας το χαλάρωμα, να τεντώνει σιγά σιγά το σχοινί. Ακόμα πρέπει να προσέχουμε τα σχοινιά, ώστε κάθε ένα από αυτά να θηλυκωθεί στο σωστό εξάρτημα[2] και να μην τυλιχτεί ανάποδα[3]. Γιατί ένα από αυτά αν μπερδευτεί ή τυλιχτεί ανάποδα, θα σταματήσουν όλα (σχ. 9).

2.11 (1) *μήρυμα, τό* / *μηρυμάτιον, τό* / δέσμη σχοινιού
(2) *ἴδιον ὄργανον* / το αντίστοιχο, το δικό του εξάρτημα, (κάθε σχοινί αντιστοιχεί σε ένα ιδιαίτερο κινούμενο εξάρτημα του μηχανισμού)
(3) *ἐπ᾽ ἀριστερά* (επίρρ.) / ανάποδα, αντίστροφα



σχ. 9. *Οι περιελίξεις στον κινητήριο άξονα*

12 *δεῖ δὲ καὶ τὰς τῶν ἀρχαίων ἐκφυγεῖν διαθέσεις, ὅπως καινότερον τὸ κατασκεύασμα φαίνηται· δυνατὸν γάρ, ὡς προείρηται, ταῖς αὐταῖς μεθόδοις χρώμενον ἑτέρας καὶ ἑτέρας διαθέσεις ποιεῖσθαι. βέλτιον δ' ἐν τούτοις ἀναστρέψει ὁ χαριεστέραν ἐπινοῶν διάθεσιν. ἣν δὲ ἡμεῖς ἐκτιθέμεθα, ἔστι τοιαύτη.*

12 Πρέπει ακόμα να αποφεύγουμε τις παραστάσεις των αρχαίων αυτοματοποιών(1), για να φαίνεται πιο σύγχρονο το αποτέλεσμα της κατασκευής(2). Γιατί είναι δυνατόν, όπως πιο πάνω είπαμε, να χρησιμοποιήσει κανείς τις ίδιες μεθόδους και να δημιουργήσει τελείως διαφορετικές παραστάσεις. Καλύτερα(3) δε απ' όλους θα πετύχει εκείνος που θα βρει την πιο χαριτωμένη διάταξη, εκείνη με τις περισσότερες επινοήσεις(4).

Η παράσταση που εμείς εκθέτουμε είναι η ακόλουθη.

2.12 (1) *οἱ ἀρχαῖοι* / οι αρχαίοι αυτοματοποιοί

(2) *κατασκεύασμα, τό* / το αποτέλεσμα της κατασκευής, τεχνικό δημιούργημα

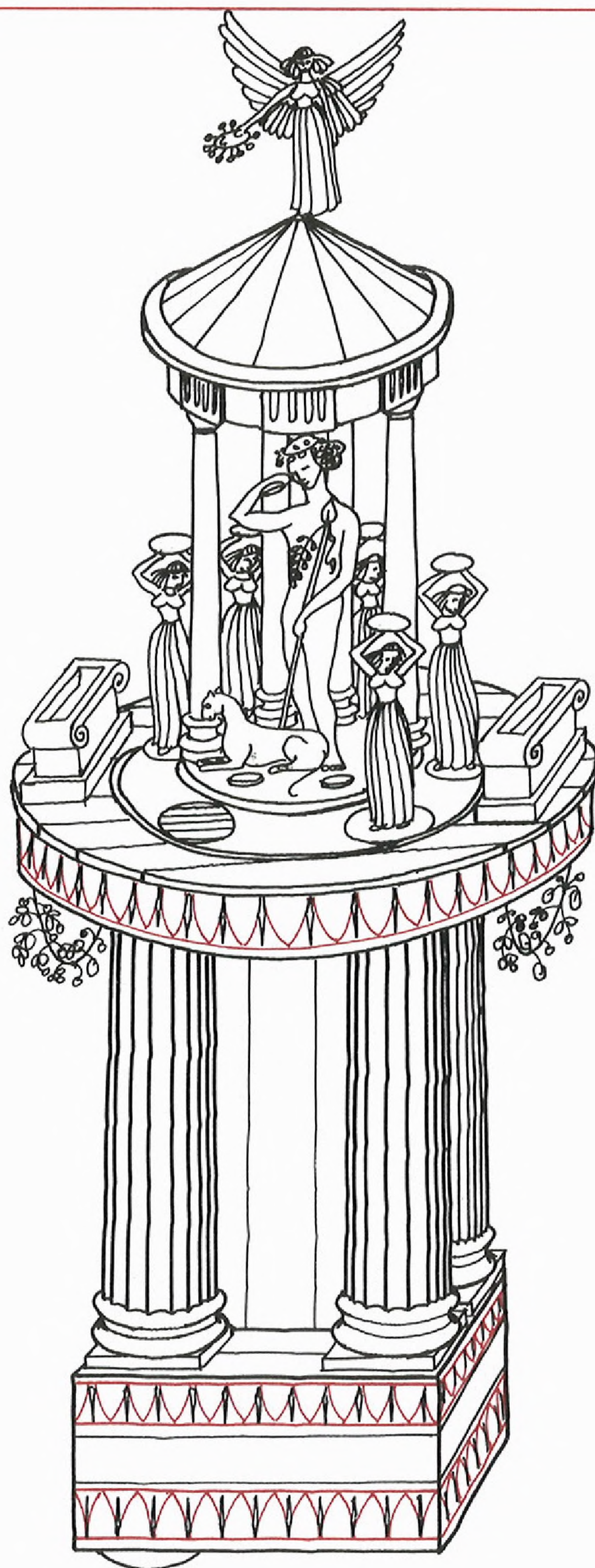
(3) *βέλτιον* (επίρρ.) / καλύτερα

(4) *χαρίεις, χαριέστερος* (επίθ.) / αυτός με τις περισσότερες χάρες, τα πιο πολλά χαρίσματα: α) ο πιο όμορφος, β) ο πιο καλός, ο πιο αξιόλογος

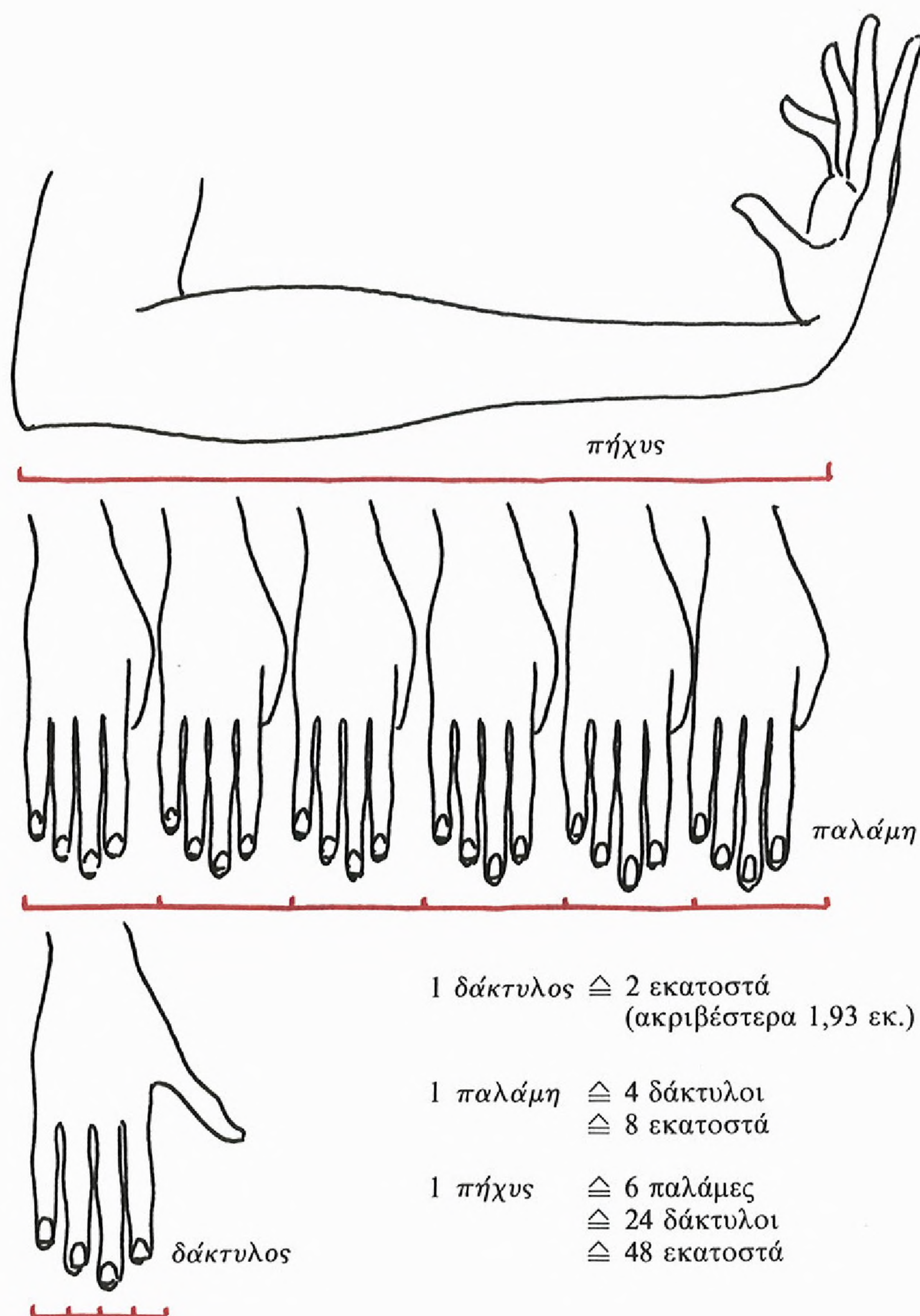
Βιβλίο Α

Κινητά αυτόματα

Περὶ ὑπαγόντων αὐτομάτων



σχ. 10. *Το κινητό αυτόματο του Ήρωνα*



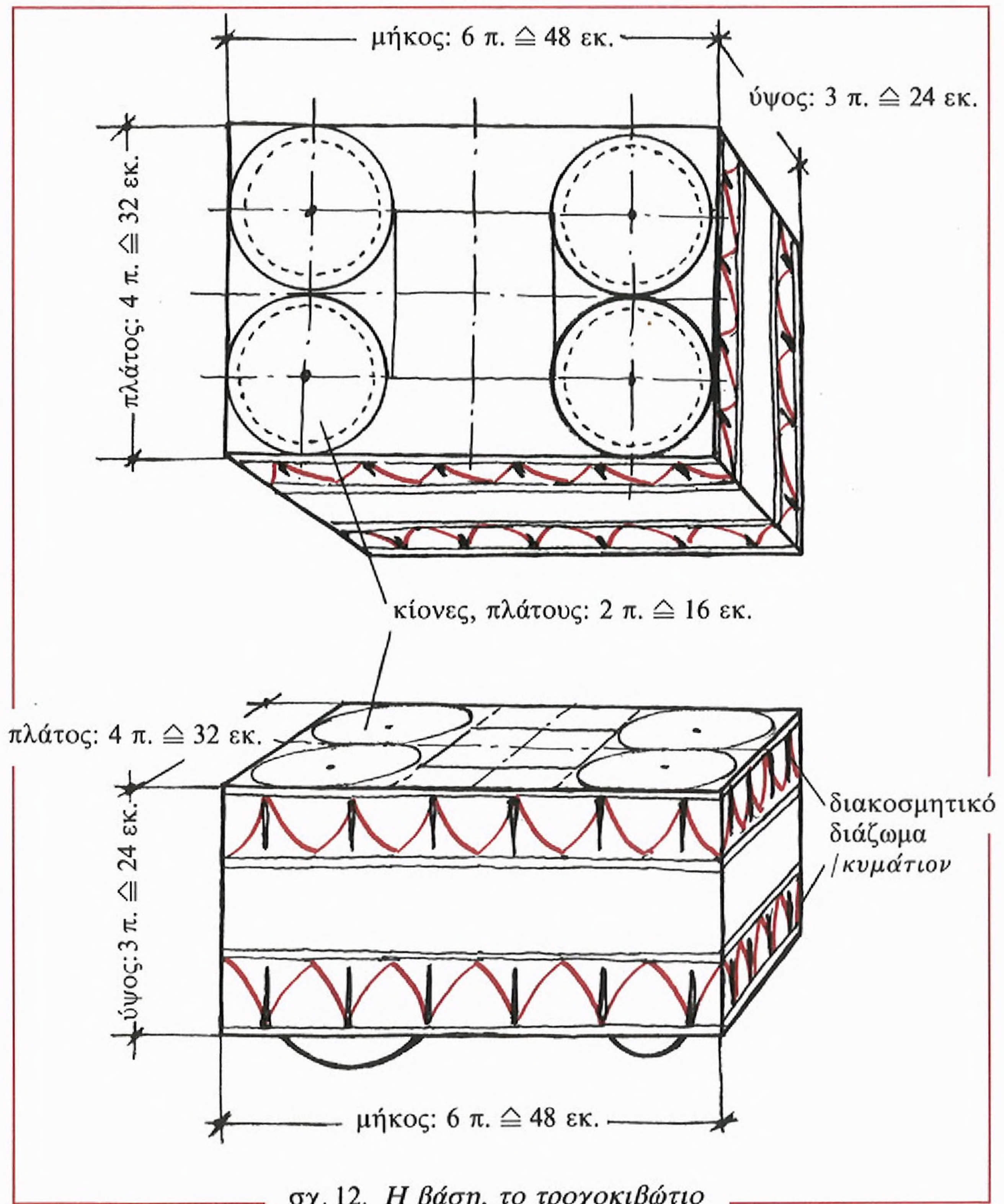
σχ. 11. *Αρχαία ελληνικά μέτρα*

Κεφάλαιο 3

Η διάταξη, η γεωμετρία, η μορφή του κινητού αυτομάτου

1 *Ἔστω βάσις μῆκος ἔχουσα ὡς πήχεος, πλάτος δὲ ὡς παλαιστῶν τεσσάρων, ὕψος δὲ*

1 Η βάση έχει μήκος περίπου έναν πήχυ (48 εκ.), πλάτος μέχρι τέσσερις παλάμες (32 εκ.) και ύψος μέχρι

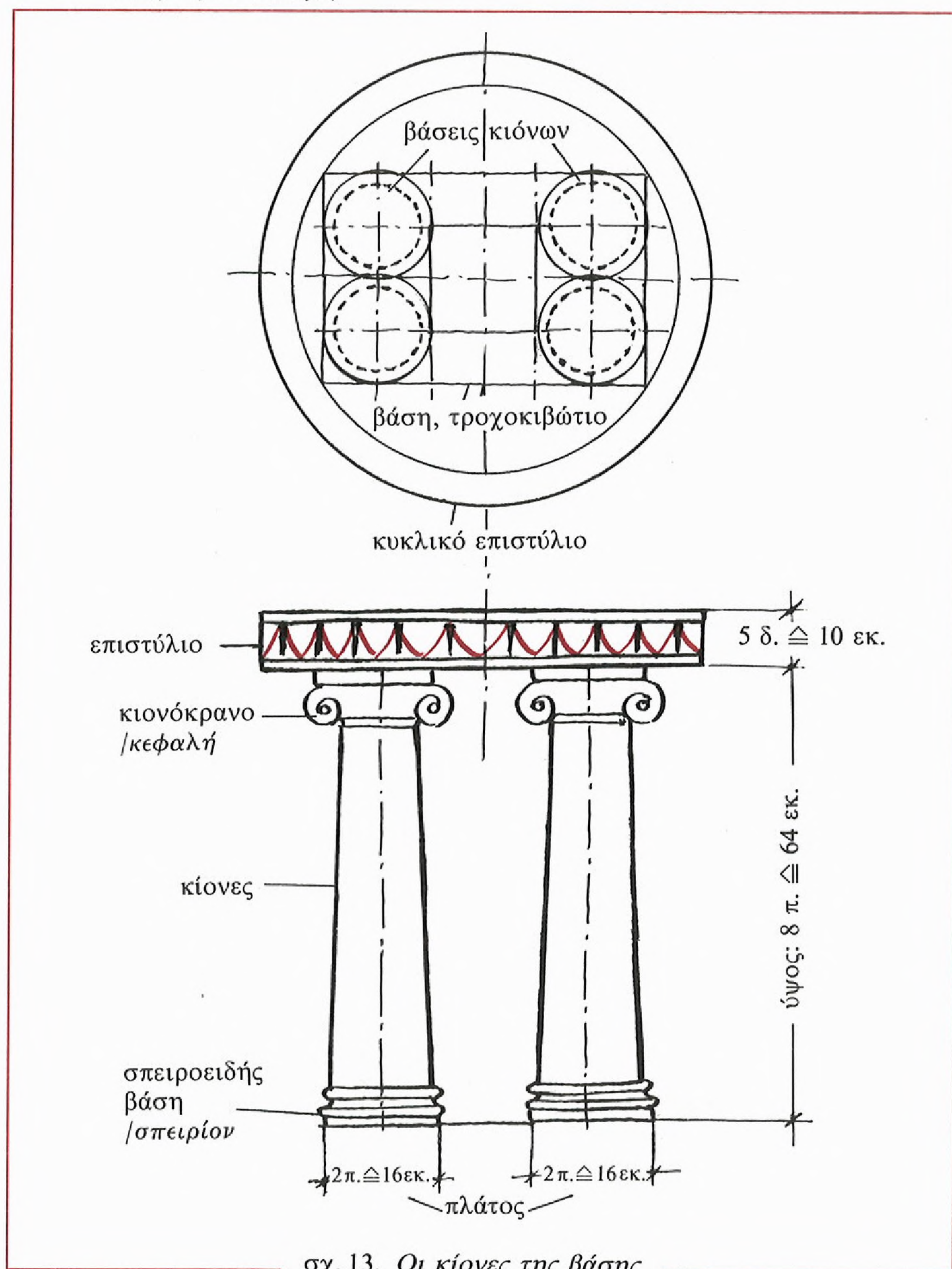


σχ. 12. *Η βάση, το τροχοκιβώτιο*

ὡς παλαιστῶν τριῶν, κυμάτιον ἔχουσα περιτρέχον εἴς τε τὸ ἄνω καὶ τὸ κάτω μέρος. ἐπὶ δὲ τῶν γωνιῶν αὐτῆς ἐφέστη-

τρεις παλάμες (24 εκ.), ενώ στο επάνω και στο κάτω μέρος της έχει περιμετρικά ένα διακοσμητικό διάζωμα(1) (σχ. 12).

3.1 (1) *κυμάτιον, τό* / κυμάτιο, διακοσμητικό διάζωμα, (ζωγραφισμένο, χαραγμένο ή ανάγλυφο διάκοσμο)

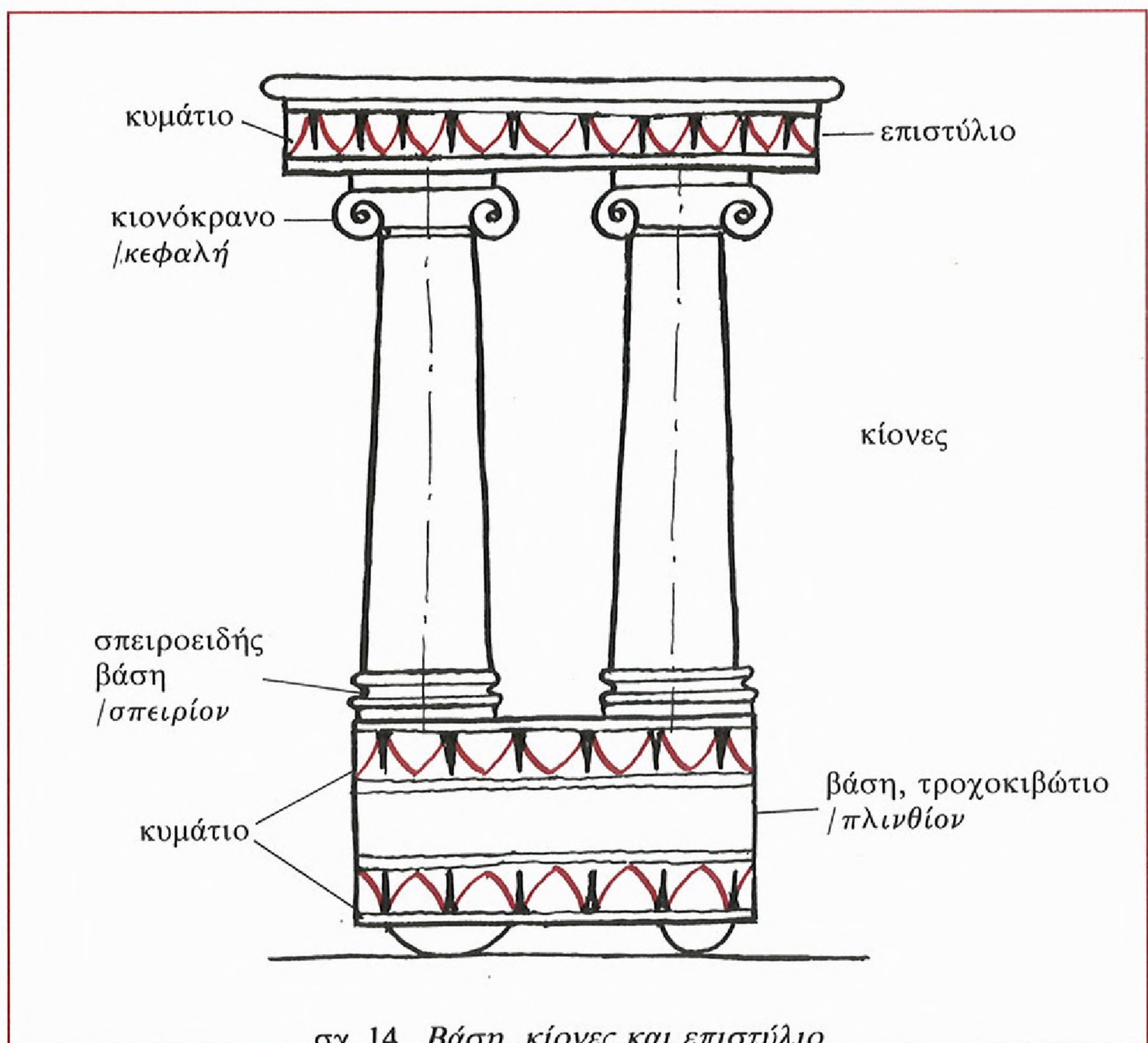


σχ. 13. *Οι κίονες της βάσης*

κε κιόνια τέσσαρα, ὕψος μὲν ἔχοντα ὡς παλαιστῶν η΄, πλάτος δὲ παλαιστῶν δύο, ἔχοντα ὑποκείμενα σπειρία καὶ τούτοις ἁρμοζούσας κεφαλὰς ἐπικειμένας. ἐπὶ δὲ τῶν κεφαλίων ἐπίκειται καθάπερ ἐπιστύλιον κύκλῳ ὕψος ἔχον ὄγδοον τοῦ κίονος ὅλου, ὡς δακτύλων ε΄.

Στις γωνίες της βάσης στέκονται τέσσερις μικροί στύλοι[2], που έχουν ύψος οκτώ παλάμες (64 εκ.) και πλάτος 2 παλάμες (16 εκ.), με σπειροειδείς βάσεις[3] και κιονόκρανα[4] προσαρμοσμένα στην κορυφή. Πάνω στα κιονόκρανα είναι τοποθετημένο κυκλικά[5] ένα είδος επιστύλιου[6], με ύψος το ένα όγδοο του ύψους του κίονα, δηλαδή πέντε δακτύλους (10 εκ.) (σχ. 13, 14).

(2) *κίων, ὁ* / *κιόνιον, τό* / μικρός στύλος, κίονας
(3) *σπειρίον, τό* / σπειροειδής βάση των κιόνων
(4) *κεφαλή, ἡ* / κιονόκρανο
(5) *κύκλῳ* (επίρρ.) / α) κυκλικά, περιμετρικά, είτε μεταφορικά: β) ολόγυρα, γύρω-γύρω
(6) *ἐπιστύλιον, τό* / επιστύλιο, δοκός πάνω από τους στύλους



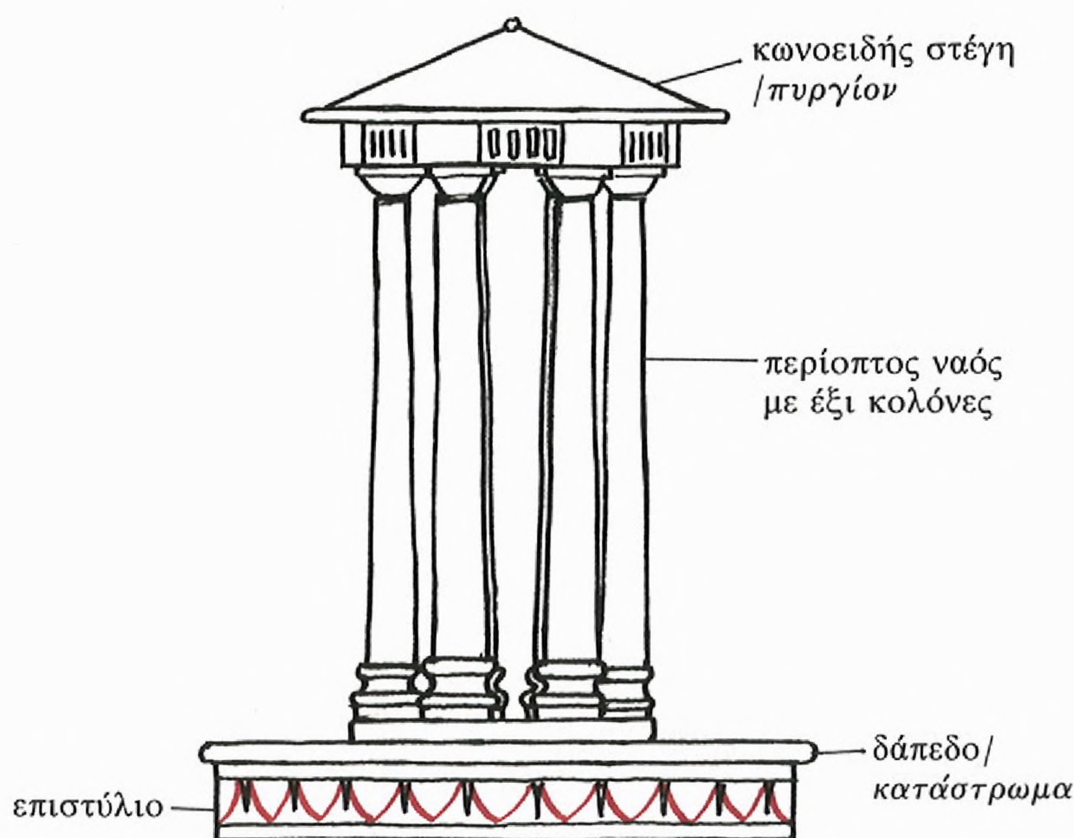
σχ. 14. *Βάση, κίονες και επιστύλιο*

2 *κατὰ δὲ τῶν ἐπιστυλίων κατέστρωται σανίδια καλύπτοντα τὴν ἐπάνω ἐπιφάνειαν, καὶ περίκειται κύκλῳ κυμάτιον. ἐπὶ δὲ τοῦ καταστρώματος ἐφέστηκε μέσον ναΐσκος στρογγύλος περιφανὴς ἔχων κίονας ἕξ. ἐπὶ δὲ τούτου πυργίον κωνοειδὲς ἐφέστηκεν ἐντεταμένην ἔχον τὴν ἐπιφάνειαν, καθάπερ εἴρηται.*

2 Πάνω στο επιστύλιο έχουν στρωθεί σανίδια, που καλύπτουν την επάνω επιφάνεια, και κυκλικά υπάρχει γύρω γύρω πάλι διακοσμητικό διάζωμα.

Στο μέσον αυτού του δαπέδου(1) στέκεται ένας μικρός, στρογγυλός, περίοπτος(2) ναός, που έχει έξι κολόνες. Πάνω του είναι τοποθετημένη κωνοειδής στέγη(3) με εντεταμένη, όπως λέγεται, επιφάνεια (σχ. 15).

3.2 (1) *καταστρώνω* / κατασκευάζω επίστρωμα, επιστρώνω
κατάστρωμα, τό / δάπεδο, πάτωμα, επιστρωμένη επάνω επιφάνεια
(2) *περιφανής* (επίθ.) / περίοπτος
(3) *πυργίον, τό* / στέγη

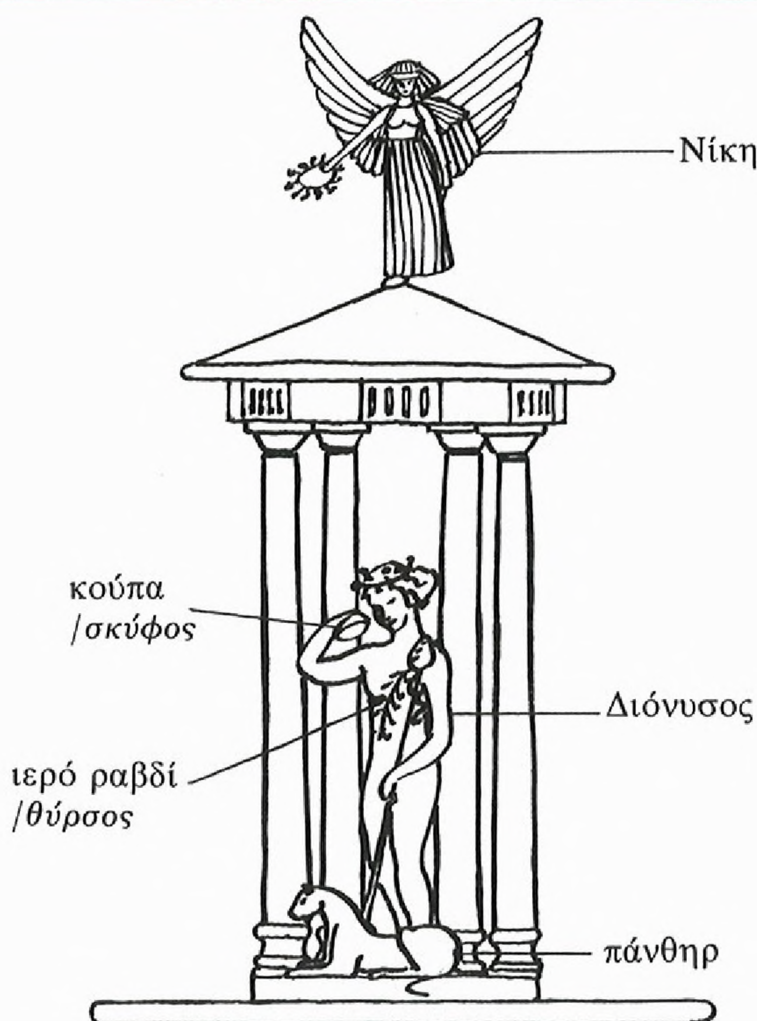


σχ. 15. *Περίοπτος ναός πάνω στο επιστύλιο*

3 *ἐπὶ δὲ τῆς κορυφῆς ἐφέστηκε Νίκη ἐκπεπετακυῖα τὰς πτέρυγας καὶ ἐν τῇ δεξιᾷ χειρὶ στέφανον κατέχουσα. ἐν δὲ μέσῳ τοῦ ναΐσκου ζῴδιον Διονύσου ἐφέστηκεν ἐν μὲν τῇ ἀριστερᾷ χειρὶ θύρσον κατέχον, ἐν δὲ τῇ δεξιᾷ σκύφον. παρακαθέζεται δὲ πανθηρίσκος πρὸς τοῖς τοῦ Διονύσου ποσίν.*

3 Και στην κορυφή της στέγης είναι στερεωμένη μια Νίκη, έχοντας απλωμένα τα φτερά της και κρατώντας στο δεξί της χέρι ένα στεφάνι. Στη μέση του μικρού ναού είναι τοποθετημένο ένα ομοίωμα του Διονύσου, που κρατάει στο αριστερό του χέρι ένα ιερό ραβδί(1) και στο δεξί του χέρι μια κούπα(2). Κοντά στα πόδια του Διονύσου κάθεται ένας μικρός πάνθηρας (σχ. 16).

3.3 (1) *θύρσος, ὁ* / ιερό ραβδί, στεφανωμένο με λουλούδια και κορδέλλες, σύμβολο του θεού Διονύσου
(2) *σκύφος, ὁ* / πήλινο δοχείο, κούπα

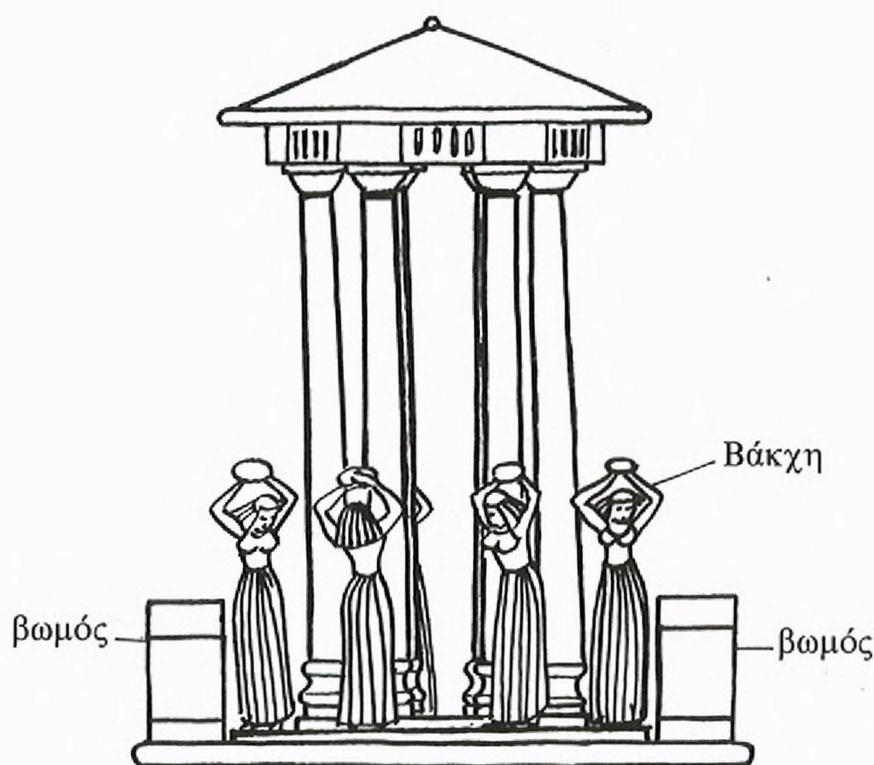


σχ. 16. *Διόνυσος και Νίκη*

4 *ἐν δὲ τοῖς ἔμπροσθεν καὶ τοῖς ὄπισθεν μέρεσι τοῦ Διονύσου ἐπὶ τοῦ καταστρώματος βωμὸς ἐπίκειται ἔχων ξύσματα τῶν σανίδων τεκτονικὰ ξηρὰ ὥστε εὔκαυστα εἶναι. κατὰ δὲ κίονα τῶν ἐν τῷ ναΐσκῳ τοῦ Διονύσου παρέστηκεν ἐκτὸς τοῦ ναΐσκου Βάκχη διεσκευασμένη ὡς ἄν τις προαιρῆται.*

4 Μπροστά και πίσω από το Διόνυσο, πάνω στο δάπεδο βρίσκεται από ένας βωμός, γεμάτος με ροκανίδια[1], βγαλμένα απ' τις σανίδες και ξερά, για να είναι εύφλεκτα. Απέναντι από κάθε κολόνα του μικρού ναού του Διονύσου, και προς την εξωτερική πλευρά του ναού, στέκεται από μία Βάκχη[2], που μπορεί να της δώσει κανείς όποια μορφή θέλει (σχ. 17).

3.4 (1) *τεκτονικά ξύσματα, τά* / ροκανίδια
(2) *Βάκχη, ή* / Βάκχη, ιέρεια του Διονύσου



σχ. 17. *Βάκχες και βωμοί*

Κεφάλαιο 4

Η παράσταση, οι κινήσεις του κινητού αυτομάτου

1 *Τούτων δὲ οὕτως ὑπαρχόντων ἐν ἀρχῇ τεθέντος τοῦ αὐτομάτου ἐπί τινα τόπον καὶ ἀποστάντων μετ᾽ οὐ πολὺν χρόνον ὑπάξει τὸ αὐτόματον ἐπί τινα ὡρισμένον τόπον. καὶ στάντος αὐτοῦ ἀνακαυθήσεται ὁ κατὰ πρόσθεν τοῦ Διονύσου βωμός. καὶ ἐκ μὲν τοῦ θύρσου τοῦ Διονύσου ἤτοι γάλα ἢ ὕδωρ ἐκπιτυσθήσεται, ἐκ δὲ τοῦ σκύφους οἶνος ἐκχυθήσεται ἐπὶ τὸν ὑποκείμενον πανθηρίσκον.*

1 Αν υπάρχουν έτσι όλα αυτά, τοποθετούμε αρχικά το αυτόματο σε κάποια θέση, και αφού απομακρυνθούμε, μετά από λίγο χρόνο μεταβαίνει το αυτόματο σε κάποιαν άλλη ορισμένη θέση.

Κι όταν αυτό σταματήσει, φωτιά ανάβει στο βωμό μπροστά απ᾽ το Διόνυσο. Κι απ᾽ το ραβδί του Διονύσου αναβλύζει γάλα ή νερό κι απ᾽ την κούπα του χύνεται κρασί πάνω στο μικρό πάνθηρα, που βρίσκεται από κάτω.

2 *στεφανωθήσεται δὲ πᾶς ὁ παρὰ τοὺς τέσσαρας κίονας τῆς βάσεως τόπος. αἱ δὲ περικύκλῳ Βάκχαι περιελεύσονται χορεύουσαι περὶ τὸν ναΐσκον. καὶ ἦχος ἔσται τυμπάνων καὶ κυμβάλων. καὶ μετὰ ταῦτα σταθέντων τῶν ἤχων ἀποστραφήσεται τὸ τοῦ Διονύσου ζῴδιον εἰς τὸ ἐκτὸς μέρος. ἅμα δὲ τούτῳ καὶ ἡ ἐπικειμένη τῷ πυργίῳ Νίκη συνεπιστραφήσεται.*

2 Και με λουλούδια στεφανώνεται όλος ο χώρος γύρω από τους τέσσερις στύλους της βάσης. Και οι κυκλικά τοποθετημένες Βάκχες γυρίζουν χορεύοντας γύρω από το μικρό ναό. Και ήχος ακούγεται τυμπάνων και κυμβάλων.

Και μετά απ᾽ αυτά, αφού οι ήχοι σταματήσουν, στρέφεται η μορφή του Διονύσου προς τα έξω. Μαζί της στρέφεται και η μορφή της Νίκης πάνω στη στέγη.

3 *καὶ πάλιν ὁ ἔμπροσθεν γεγονὼς τῷ Διονύσῳ βωμός, πρότερον δὲ ὀπίσθιος ὑπάρχων ἀνακαυθήσεται. καὶ πάλιν ἐκ μὲν τοῦ θύρσου ὁ ἀναπιτυσμὸς ἔσται, ἐκ δὲ τοῦ σκύ-*

3 Και πάλι ανάβει ο βωμός, που τώρα βρίσκεται μπροστά απ᾽ το Διόνυσο, ενώ πριν ήταν πίσω του. Και πάλι αναβλύζει γάλα απ᾽ το ιερό ραβδί και χύνεται κρασί απ᾽ την κούπα. Και πάλι οι Βάκχες χορεύουν,

φους ἡ ἔκχυσις. καὶ πάλιν αἱ Βάκχαι χορεύουσι περιερχόμεναι τὸν ναΐσκον μετὰ ψόφου τυμπάνων καὶ κυμβάλων. καὶ πάλιν σταθεισῶν αὐτῶν τὸ αὐτόματον ἀναχωρήσει εἰς τὸν ἐξ ἀρχῆς τόπον. καὶ οὕτως τέλος ἕξει ἡ ἐπίδειξις.

γυρίζοντας γύρω από το μικρό ναό, με συνοδεία ήχων από τύμπανα και κύμβαλα.

Και όταν σταματήσουν ξανά, το αυτόματο επανέρχεται στην αρχική του θέση. Κι έτσι τελειώνει η επίδειξη[1] (σχ. 18).

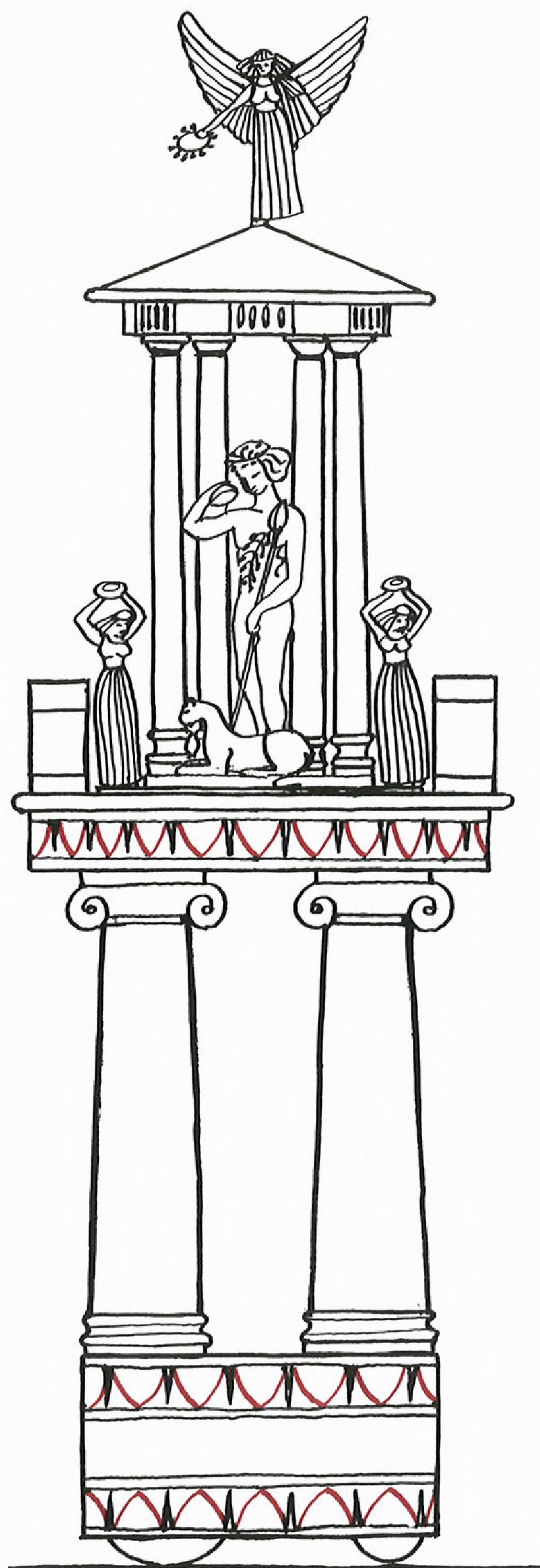
4 *τοῖς δὲ εἰρημένοις μέτροις ἐχρησάμεθα ἀναγκαίως· μειζόνων γὰρ γενηθέντων ὑπόνοιαν ἕξει τὸ ὅραμα ὡς ἐντός τινος ταῦτα δημιουργοῦντος. διὸ δὴ ἔν τε τοῖς ὑπάγουσι καὶ ἐν τοῖς στατοῖς αὐτομάτοις δεῖ φυλάσσεσθαι τὰ μεγέθη διὰ τὴν ἐσομένην ὑπόνοιαν. τῆς οὖν διαθέσεως εἰρημένης ἑξῆς τὴν κατασκευὴν τῶν κατὰ μέρος ἐν αὐτῇ ποιησόμεθα.*

4 Αναγκαστικά χρησιμοποιούμε τις διαστάσεις που αναφέραμε, γιατί αν τα αυτόματα γίνουν μεγαλύτερα, το θέαμα θα προκαλέσει την υποψία, ότι όλες αυτές τις κινήσεις τις κάνει κάποιος που βρίσκεται μέσα σ' αυτά. Γι' αυτό πρέπει λοιπόν τόσο στα κινητά όσο και στα σταθερά αυτόματα να τηρούνται οι διαστάσεις, για να αποφεύγονται τέτοιες υποψίες[1] (σχ. 19).

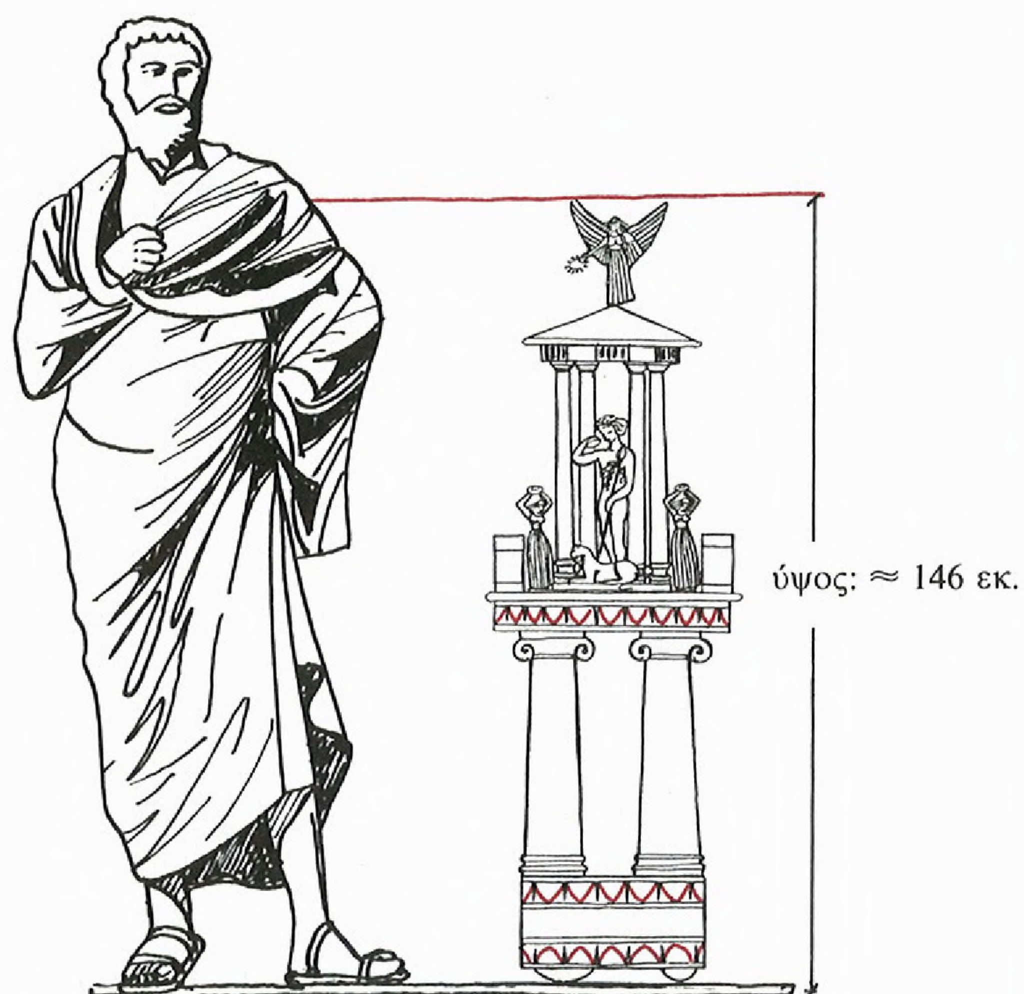
Αφού περιγράψαμε λοιπόν τη μορφή του αυτομάτου, θα προχωρήσουμε στην κατασκευή όλων των επιμέρους μηχανισμών του.

4.3 (1) *ἐπίδειξις, ἡ* / επίδειξη, παρουσίαση, παράσταση

4.4 (1) Το ύψος του κινητού αυτομάτου, σύμφωνα με τις διαστάσεις του Ήρωνα (3.1), είναι: βάση: 24 εκ., κίονες βάσης: 64 εκ., επιστύλιο: 10 εκ., σύνολο: 98 εκ. Αν θεωρήσουμε ότι ο περίοπτος ναός με τη βάση του ήταν περίπου έναν πήχυ ψηλός, δηλ. 48 εκ., τότε το κινητό αυτόματο θα είχε ύψος: 146 εκ. Αντίστοιχο ήταν και το ύψος του σταθερού αυτομάτου



σχ. 18. *Όψη του κινητού αυτομάτου του Ήρωνα*



σχ. 19. *Το μέγεθος του κινητού αυτομάτου*

Κεφάλαιο 5

Η ευθύγραμμη κίνηση του αυτομάτου

1 *Οἱ μὲν οὖν πρὸ ἡμῶν τὴν ἐπὶ μιᾶς ὁδὸν τῆς τε πορείας καὶ τῆς ἀποπορείας παρέδωκαν ἡμῖν καὶ ταύτην κακοπαθῆ τε καὶ ἐπικίνδυνον· σπάνιον γὰρ ἐπιτυχεῖν κατακολουθοῦντα ταῖς ὑπ' αὐτῶν ἀναγεγραμμέναις μεθόδοις, ὡς ἔστι φανερὸν τοῖς πεπειραμένοις αὐτῶν.*

2 *ἡμεῖς δὲ ὑποδείξομεν, ὡς ἔστι τὴν ἐπ' εὐθείας πορείαν καὶ ἀποπορείαν γίνεσθαι εὐκόπως τε καὶ ἀκινδύνως ἔτι τε καὶ ὡς ἔστι τὸ πλινθίον ἢ τὸ ζῴδιον κατὰ κύκλου τοῦ δοθέντος φέρεσθαι, οὐ μὴν ἀλλὰ καὶ ἐν παραλληλογράμμῳ ὀρθογωνίῳ τῷ δοθέντι φέρεσθαι.*

3 *Καὶ πρότερον, ὡς ἐπὶ εὐθείας, ἐροῦμεν.*

1 Οι προγενέστεροι μηχανικοί[1] μάς παρέδωσαν μηχανισμούς για την ευθύγραμμη μετάβαση[2] και επιστροφή[3] του αυτομάτου και αυτούς μάλιστα κακότεχνους και επικίνδυνους. Γιατί σπάνια μπορεί να πετύχει κανείς στο έργο του, αν ακολουθήσει τις μεθόδους που αυτοί έχουν γράψει[4], όπως είναι φανερό σε όσους έχουν αποκτήσει πείρα[5] με την εφαρμογή τέτοιων μεθόδων.

2 Εμείς όμως θα δείξουμε, πώς μπορεί εύκολα και ακίνδυνα να γίνει η ευθύγραμμη μετάβαση και επιστροφή, κι ακόμα πώς μπορεί το πλαίσιο ή το είδωλο να κινείται πάνω σε έναν ορισμένο κύκλο, αλλά και πάνω σε ένα δεδομένο ορθογώνιο παραλληλόγραμμο.

3 Αρχικά θα πούμε, πώς γίνεται η κίνηση πάνω σε ευθεία γραμμή.

5.1 (1) *οἱ πρὸ ἡμῶν* / οι πριν από μας, οι προγενέστεροί μας
(2) *πορεία, ἡ* / ευθύγραμμη μετάβαση, κίνηση προς τα εμπρός
(3) *ἀποπορεία, ἡ* / ευθύγραμμη επιστροφή, κίνηση προς τα πίσω
(4) *ἀναγεγραμμέναι μέθοδοι* / μέθοδοι που έχουν γραφεί
(5) *οἱ πεπειραμένοι* / όσοι έχουν πείρα, έχουν πειραματισθεί, έχουν δοκιμάσει να εφαρμόσουν

Ἔστω γάρ τι πλινθίον τὸ ΑΒΓΔ, *ἐν ᾧ ἄξων διακείσθω ὁ* ΕΖ *ἐν κνώδαξι στρεφόμενος, ἐμβεβηκὼς εἰς πυελίδας οὔσας ἐν τοῖς τοῦ πλινθίου τοίχοις. τῷ δὲ ἄξονι συμφυεῖς ἔστωσαν δύο τροχοὶ ἴσοι οἱ* ΗΘ, ΚΛ *τὰς περιφερείας εἰργασμένοι φακοειδεῖ· καὶ κατὰ μέσον τὸν ἄξονα ἐξελίκτρα ἡ* ΜΝ *καὶ αὐτὴ συμφυὴς τῷ ἄξονι, περὶ ἣν ἡ σπάρτος ἐπειληθήσεται.*

Ας θεωρήσουμε λοιπόν ένα ορθογώνιο πλαίσιο[1], το ΑΒΓΔ, στο οποίο τοποθετούμε έναν άξονα[2], τον ΕΖ, στρεφόμενο στα τορνευμένα άκρα του[3], που κινούνται μέσα σε δαχτυλίδια[4], ενσωματωμένα στα τοιχώματα του πλαισίου.

Στον άξονα είναι ενσωματωμένοι δύο ίσοι τροχοί, οι ΗΘ και ΚΛ, με σφαιρικά κατεργασμένες[5] περιφέρειες. Ο άξονας διαπερνά στο μέσον έναν κύλινδρο περιέλιξης[6], τον ΜΝ, που είναι ενσωματωμένος με τον άξονα και γύρω από τον οποίο τυλίγουμε το σχοινί[7].

4 *ταύτῃ δὲ συμφυὴς ἔστω τύλος ὁ* Ξ, *περὶ ὃν ἡ τῆς σπάρτου ἀγκύλη περικείσεται. ἕτερος δὲ ἔστω τροχὸς κατὰ μέσην τὴν* ΓΔ *πλευρὰν ὁ* ΟΠ *ἐν πήγματι πολευόμενος τῷ* ΡΣΤΥ *περὶ ἄξονα τὸν* ΦΧ *μικρὸν σφόδρα. οὕτως δὲ ἐνηρμόσθωσαν οἱ ἄξονες τῶν τροχῶν, ὥστε τὸ πλινθίον ἀκλινὲς καθεστάναι κατὰ πᾶν μέρος. τῆς οὖν ἀγκύλης τῆς σπάρτου περιβληθείσης περὶ τὸν* Ξ *τύλον, ἐπειλείσθω περὶ τὴν ἐξελίκτραν ἡ σπάρτος.*

4 Στον κύλινδρο αυτό είναι σφηνωμένο ένα ξυλόκαρφο[1], το Ξ, στο οποίο περνάμε τη θηλιά[2] του σχοινιού. Άλλος ένας τροχός, ο ΟΠ, βρίσκεται στη μέση της πλευράς ΓΔ, μέσα σε ένα ξύλινο ικρίωμα[3], το ΡΣΤΥ, περιστρεφόμενος γύρω από έναν πολύ μικρό άξονα, τον ΦΧ (σχ. 20). Οι άξονες των τροχών είναι έτσι προσαρμοσμένοι, ώστε το πλαίσιο να μην έχει κλίση προς καμία πλευρά. Αφού λοιπόν περάσουμε τη θηλιά του σχοινιού στον πίρο Ξ, τυλίγουμε το σχοινί γύρω από τον κύλινδρο περιέλιξης.

5.3 (1) *πλινθίον, τό* / ορθογώνιο πλαίσιο, τροχοκιβώτιο
(2) *ἄξων, ὁ* / άξονας
(3) *κνώδαξ, ὁ* / κατεργασμένο στον τόρνο άκρο ενός άξονα, σημείο έδρασης και περιστροφής, στροφέας
(4) *πυελίς, ἡ* / αξονικό έδρανο, δαχτυλίδι, τριβέας
(5) *φακοειδής* (επίθ.) / σφαιρικός, κυρτός, σε σχήμα φακού
φακός, ὁ / ο καρπός της φακής
(6) *ἐξελίκτρα, ἡ* / κύλινδρος περιέλιξης, καρούλι, κουβαρίστρα
(7) *σπάρτος, ὁ* / σχοινί

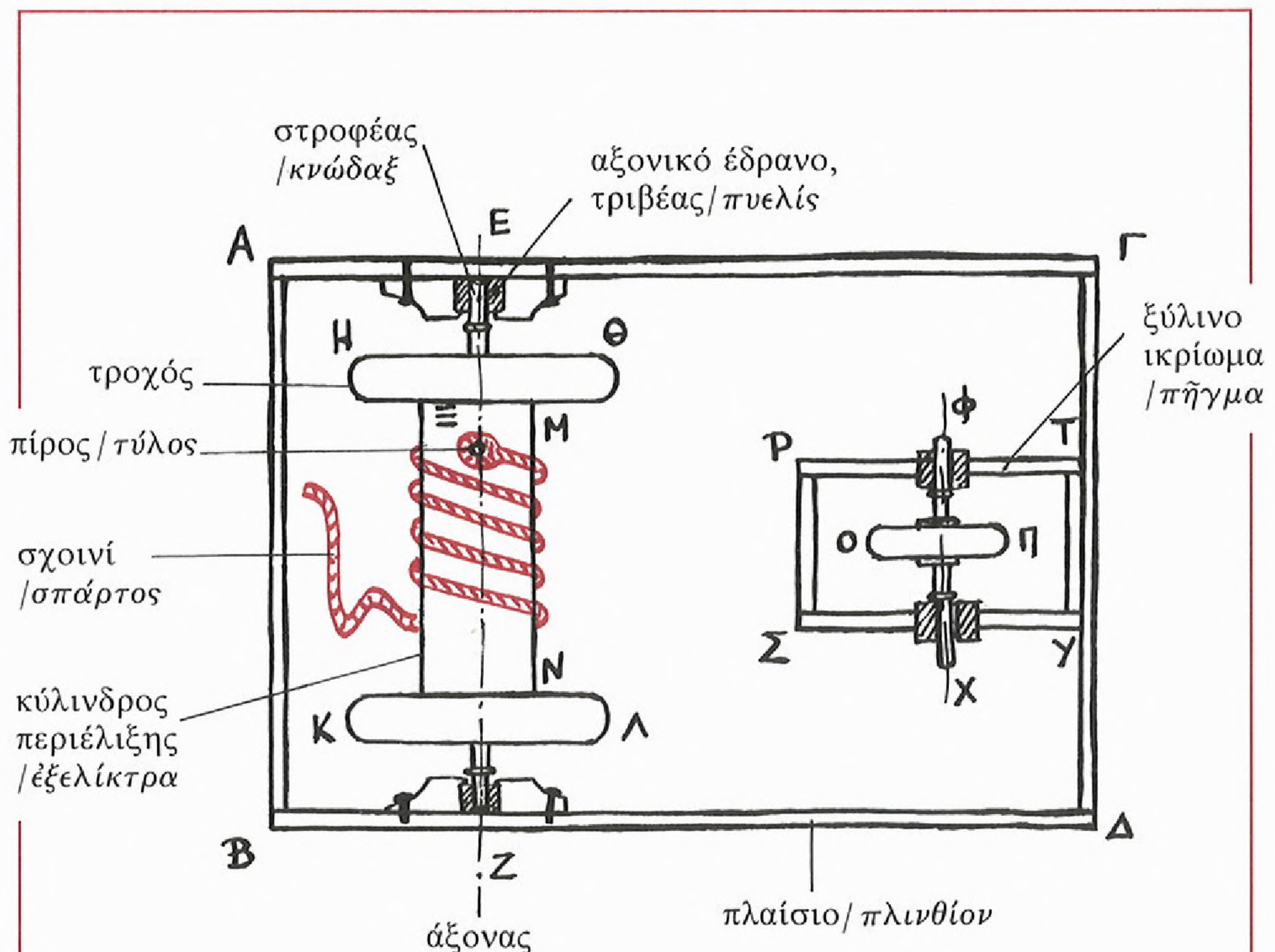
5.4 (1) *τύλος, ὁ* / ξυλόκαρφο, πίρος
(2) *ἀγκύλη, ἡ* / θηλιά
(3) *πήγμα, τό* / ξύλινο πλαίσιο στήριξης, ικρίωμα, ξυλόδεμα, στήριγμα από ξύλα

5 *καὶ σύριγγος ἐπικειμένης τετραγώνου πρὸς ὀρθὰς κατὰ μέσον τὸ πλινθίον, ἡ ἑτέρα ἀρχὴ τῆς σπάρτου διὰ τροχίλου ἀποδεδόσθω εἰς τὸ ἄνω μέρος τῆς σύριγγος καὶ ἐξήφθω εἰς μολιβοῦν βάρος ἐνὸν ἐντὸς ἐν τῇ σύριγγι. οὐκοῦν ἐάν τις ἀφῇ τὸ βάρος ἐν τῇ σύριγγι κάτω φέρεσθαι, τείνει τὴν σπάρτον. αὕτη δὲ ἀπειλουμένη ἀπὸ τῆς ἐξελίκτρας ἐπιστρέψει τοὺς* ΗΘ, ΚΛ *τροχούς· οὗτοι δὲ κατὰ τοῦ ἐδά-*

5 Στη μέση του πλαισίου και κάθετα πάνω σ' αυτό στήνουμε ένα τετράγωνο σωληνοειδή θάλαμο[1], περνάμε την άλλη άκρη του σχοινιού μέσα από μια τροχαλία[2], φθάνουμε στο επάνω μέρος του θαλάμου, και τη συνδέουμε με το μολύβδινο βάρος[3] που βρίσκεται μέσα στο θάλαμο.

Αν λοιπόν αφήσει κανείς το βάρος να πέσει μέσα στο θάλαμο, τότε αυτό τεντώνει το σχοινί, που με τη σειρά του ξετυλίγεται από τον κύλινδρο περιέλιξης και περιστρέφει

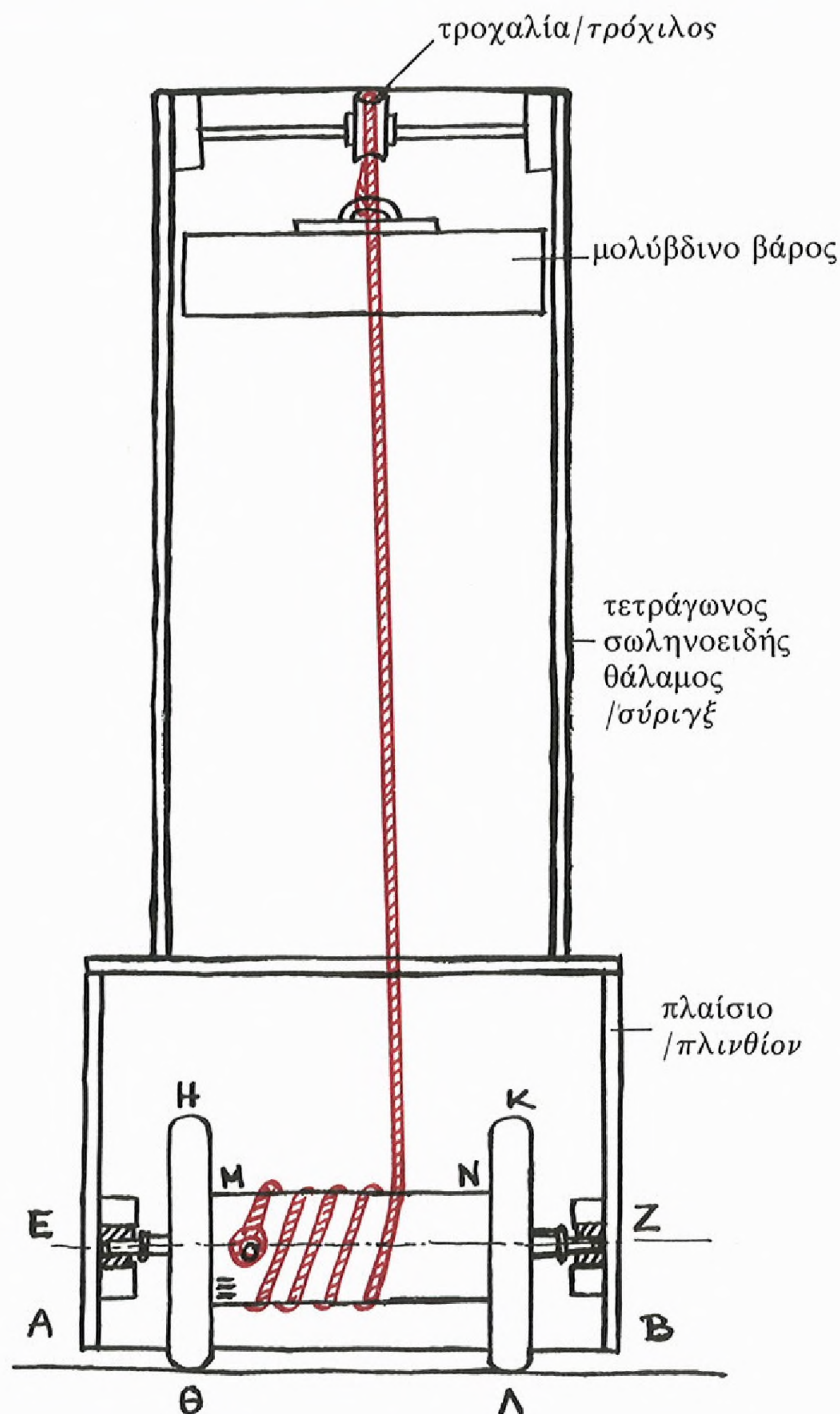
5.5 (1) *σύριγξ, ἡ* / σωληνοειδής θάλαμος
(2) *τροχίλος, ὁ* / μικρός τροχός, τροχίσκος, τροχαλία
(3) *μολιβοῦν βάρος* / μολύβδινο βάρος



σχ. 20. *Η κάτοψη του πλαισίου του κινητού αυτομάτου*

φους κυλιόμενοι ἄξουσι τὸ πλινθίον, ἄχρις ἂν ἤτοι ἡ ἀγκύλη ἐκπέσῃ ἀπὸ τοῦ τύλου ἢ τὸ βάρος ἐπικαθίσῃ τινί.

τους τροχούς ΗΘ και ΚΛ. Έτσι οι τροχοί, κυλώντας πάνω στο έδαφος, μετακινούν το πλαίσιο, έως ότου η θηλιά πέσει από τον πίρο ή το βάρος επικαθήσει στο δάπεδο του θαλάμου (σχ. 21).



σχ. 21. *Η πίσω όψη του κινητού αυτομάτου*

Κεφάλαιο 6

Ο προγραμματισμός της ευθύγραμμης μετάβασης και επιστροφής

1 *Ἡ μὲν οὖν πορεία γίνεται τὸν εἰρημένον τρόπον, ἡ δὲ ἀποπορεία οὕτως.*

Ἐπειληθείσης γὰρ τῆς σπάρτου περὶ τὴν ἐξελίκτραν ἐπί τι μέρος, περιτεθεῖσα περὶ τὸν Ξ τύλον τὰ ἐναντία ἐπειλείσθω τῇ πρότερον περὶ τὴν ἐξελίκτραν. εἶτα ἀποδεδόσθω ὁμοίως εἰς τὴν λείαν κρίκου συνεχομένου αὐτῇ. πάλιν οὖν καταφερομένη ἡ λεία ἀπειλήσει τὴν πρώτην ἐπείλησιν, καὶ τὸ πλινθίον πορευθήσεται.

1 Η ευθύγραμμη κίνηση προς τα εμπρός γίνεται λοιπόν με τον τρόπο που είπαμε, ενώ η επιστροφή, η αντίθετη δηλαδή κίνηση προς τα πίσω, γίνεται ως εξής.

Αφού τυλίξουμε το σχοινί σε ένα τμήμα του κυλίνδρου περιέλιξης (δεξιόστροφα) και το περάσουμε γύρω από τον πίρο Ξ, το τυλίγουμε κατόπιν στον κύλινδρο με φορά αντίθετη από την προηγούμενη (αριστερόστροφα). Έπειτα το δένουμε, όπως και πρώτα, με το αντίβαρο μέσω ενός κρίκου συνδεδεμένου μ' αυτό. Το αντίβαρο πέφτοντας ξετυλίγει τις πρώτες (δεξιόστροφες) περιελίξεις και έτσι το πλαίσιο κινείται προς τα εμπρός.

2 *εἶτα ἀποστᾶσα ἀπὸ τοῦ τύλου εἰς τὰ ἐναντία ἐπιστρέψει τοὺς τροχούς. καὶ οὕτως ἔσται ἡ ἀποπορεία τοῦ πλινθίου. ἐὰν δὲ βουλώμεθα πορευθὲν τὸ πλινθίον στῆναι ἐπί τινα χρόνον καὶ οὕτως τὴν ἀποπορείαν ποιήσασθαι, ἐπειλήσαντες τὴν σπάρτον καὶ περιβαλόντες περὶ τὸν τύλον οὐκ εὐθέως τὰ ἐναντία ἐπειλησόμεθα, ἀλλὰ μηρυμάτιον ποιήσαντες καὶ προσκολλήσαντες ἐπειλήσομεν ἐ-*

2 Όταν όμως το σχοινί ξεπεράσει τον πίρο, (αρχίζουν να ξετυλίγονται οι αριστερόστροφες περιελίξεις), οι τροχοί γυρίζουν ανάποδα, και έτσι γίνεται η επιστροφή του πλαισίου.

Αν όμως θέλουμε να προχωρήσει το πλαίσιο, να σταθεί ακίνητο για ένα χρονικό διάστημα και μετά να αρχίσει την επιστροφή, πρέπει να ενεργήσουμε ως εξής. Αφού τυλίξουμε το σχοινί και το περάσουμε γύρω από τον πίρο, να μην το ξανατυλίξουμε αμέσως προς την αντίθετη φορά, αλλά να σχηματίσουμε μια

πὶ τὴν ἐξελίκτραν καὶ πάλιν τὰ ἐναντία ἐπειλήσαντες ἀποδώσομεν εἰς τὴν λείαν, καὶ ἔσται τὸ προκείμενον.

δέσμη[1], να την τυλίξουμε και να την κολλήσουμε πάνω στον κύλινδρο, και μετά πάλι να τυλίξουμε το σχοινί αντίθετα και να το συνδέσουμε με το αντίβαρο, όπως και προηγούμενα.

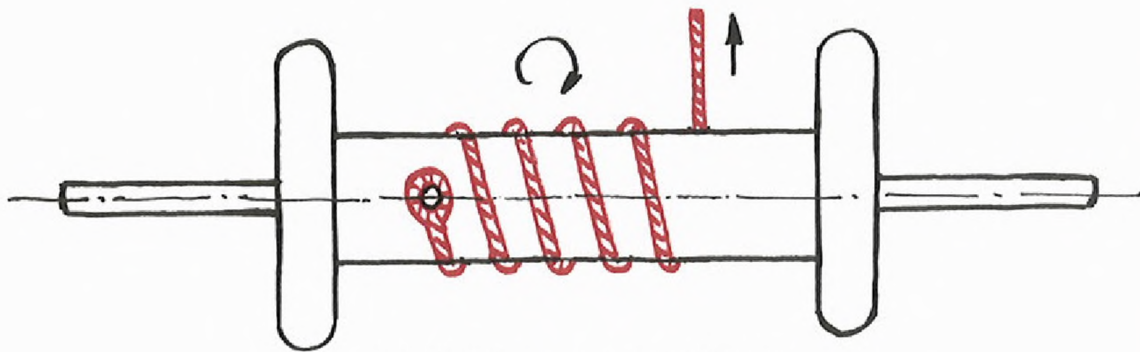
3 *ἐὰν δὲ καὶ πολλάκις βουλώμεθα πορεύεσθαί τε καὶ ἀποπορεύεσθαι τὸ πλινθίον, πλεονάκις καὶ τὰς ἐναλλὰξ ἐπειλήσεις ποιησόμεθα καὶ τὰ διαστήματα ἡλίκα ἂν προαιρώμεθα καὶ τοὺς τῶν δαιμόνων χρόνους ποιήσομεν διὰ τῶν μηρυμάτων ἡλίκους ἂν προαιρώμεθα.*

3 Αν μάλιστα θέλουμε να πηγαινοέρχεται πολλές φορές το πλαίσιο, πρέπει τότε περισσότερες φορές να κάνουμε τις εναλλασσόμενες αυτές περιελίξεις. Μπορούμε επίσης να επιτύχουμε όσο μεγάλα διαστήματα και χρόνους κίνησης των μορφών θέλουμε, επιμηκύνοντας τα τυλίγματα (σχ. 22).

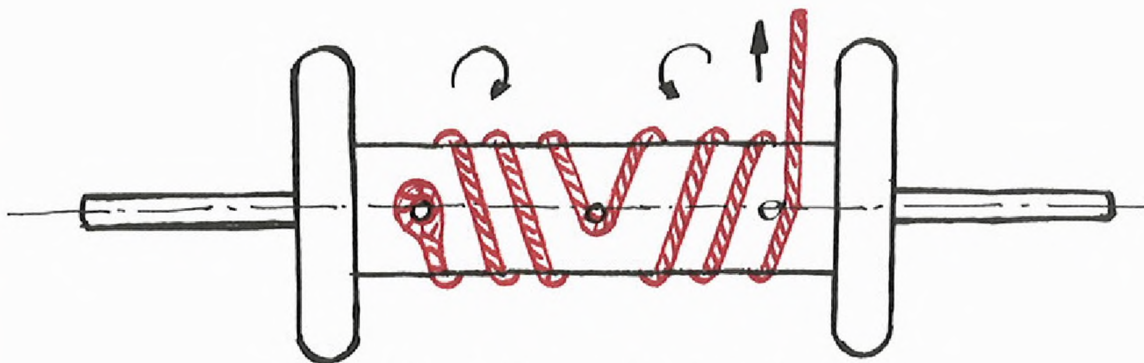
4 *νοείσθω δὲ καὶ κατὰ κρόταφον τὸ πλινθίον σὺν τῇ σύριγγι ὁρώμενον, καὶ ἔστω πλινθίον μὲν τὸ ΨΩ, ἐξελίκτρα δὲ ἡ ϛ, σύριγξ δὲ ἡ Τ, σπάρτος δὲ ἡ ΑΒ περὶ τρόχιλον δὲ περικειμένη τὸν Ϲ, λεία δὲ ἡ Δ, ὁ δὲ ἐν αὐτῇ κρίκος ὁ Ε.*

4 Ας θεωρήσουμε ακόμα και μια πλάγια όψη του τροχοκιβώτιου με το θάλαμο. Έστω ΨΩ το πλαίσιο, ϛ ο κύλινδρος περιέλιξης, Τ ο θάλαμος του βάρους, ΑΒ το σχοινί, τυλιγμένο στην τροχαλία Ϲ, Δ το βάρος και Ε ο κρίκος πάνω σ' αυτό (σχ. 23).

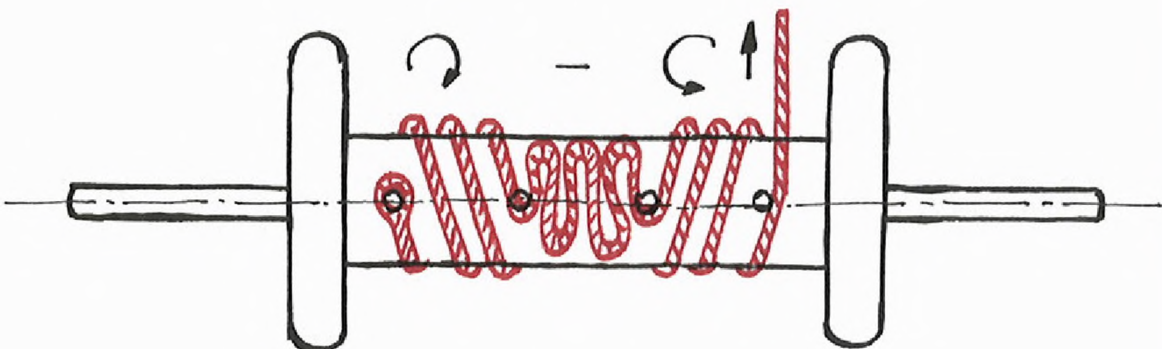
6.2 (1) *μηρυμάτιον, τό* / δέσμη



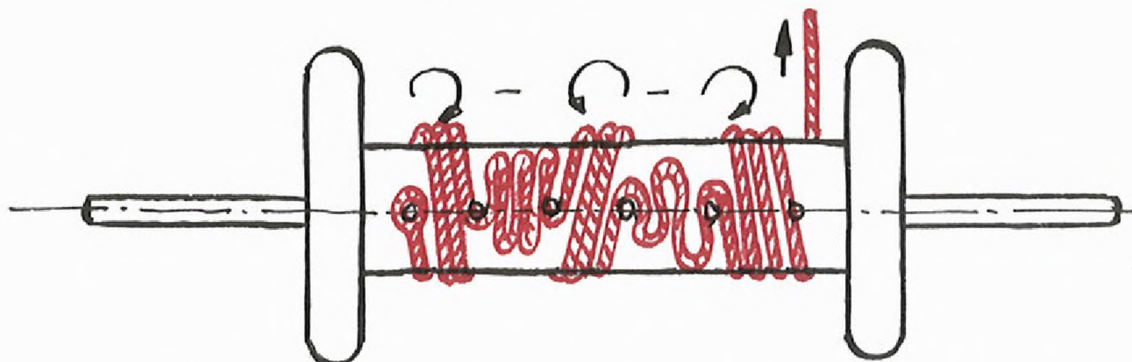
(α) Ευθύγραμμη μετάβαση



(β) μετάβαση - επιστροφή

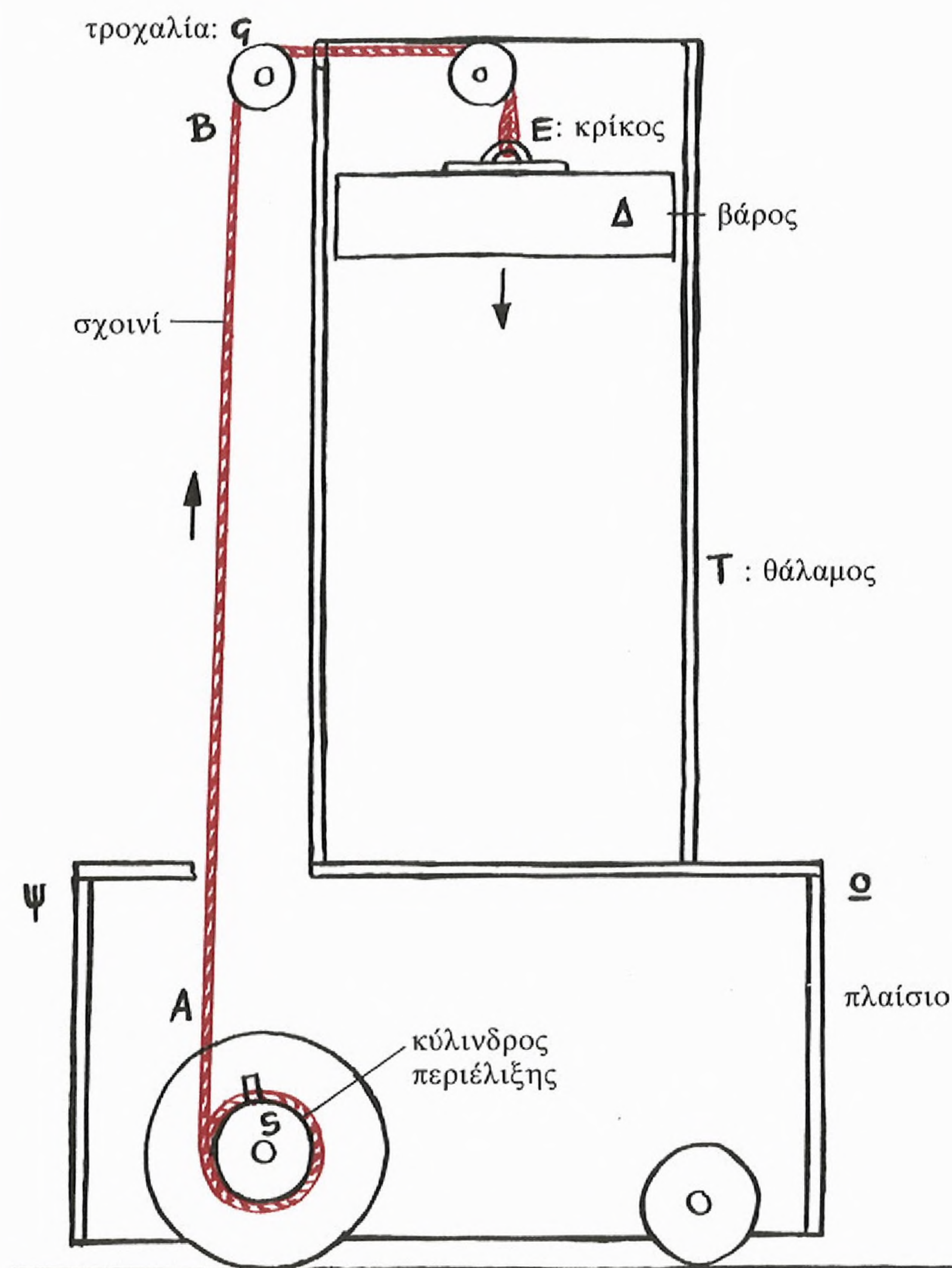


(γ) μετάβαση - ακινησία - επιστροφή



(δ) μετάβαση - ακινησία - επιστροφή - ακινησία - μετάβαση

σχ. 22. *Προγραμματισμός των κινήσεων με περιελίξεις*



σχ. 23. *Πλάγια όψη του κινητού αυτομάτου*

Κεφάλαιο 7

Η κυκλική κίνηση του αυτομάτου

1 *Ἡ δὲ ἐπὶ κύκλου πορεία γίνεται τόνδε τὸν τρόπον.*

Ἔστω γὰρ κύκλος, καθ' οὗ φέρεσθαι δεῖ τὸ πλινθίον, τὸ ΑΒΓ, *οὗ κέντρον τὸ* Δ. *καὶ διήχθω τις ἡ* ΑΔ, *καὶ ταύτῃ ὀρθὴ ἀπὸ τοῦ* Α *ἡ* ΕΑΖ· *ἡ δὲ* ΕΖ *διάμετρος ἔστω ἑνὸς τῶν τριῶν τροχῶν, ἡλίκου ἂν προαιρώμεθα. διχοτομία δὲ αὐτῆς ἔστω τὸ* Α. *καὶ ἐπεζεύχθωσαν αἱ* ΔΕ, ΔΖ.

2 *τῷ δὲ μεγέθει τοῦ ἄξονος τῶν τροχῶν ἴση ἔστω ἡ* ΑΗ, *καὶ τῇ* ΕΖ *παράλληλος ἡ* ΗΘΚ. *τὸ δὲ πλινθίον ἔστω τὸ* ΜΛΝΞ *παράλληλον ἔχον τὴν* ΝΞ *τῇ* ΑΔ. *καὶ ἤχθω τις ἑτέρα ἡ* ΔΟ, *καὶ ταύτῃ πρὸς ὀρθὰς ἡ* ΠΡ *δίχα τεμνομένη ὑπὸ τοῦ* Ο· *ἔσονται δὴ αἱ τῶν τροχῶν θέσεις κατὰ διαμέτρους τὰς* ΕΖ, ΘΚ, ΠΡ, *ἄξονες δὲ αὐτῶν οἱ* ΤΥ, ΟΧ.

3 *οὕτως οὖν τετάχθωσαν οἱ τροχοὶ τῇ θέσει, ὥστε ἑστὸς ἐπ' αὐτῶν τὸ πλινθίον ἰσορροπεῖν. οἱ ἄρα κνώδακες τῶν ἀξόνων ἔσονται πρὸς τοῖς* Τ, Υ, Ο, Χ *σημείοις. πάλιν οὖν μεταξὺ τῶν* Α, Η *ἡ ἐξελίκτρα κείσθω, περὶ ἣν ἡ σπάρτος ἑ-*

1 Η κυκλική πορεία του αυτομάτου γίνεται με τον εξής τρόπο. Ας θεωρήσουμε έναν κύκλο ΑΒΓ με κέντρο Δ, πάνω στον οποίο πρέπει να κινηθεί το πλαίσιο. Τραβάμε την ευθεία ΑΔ και φέρουμε, κάθετα σ' αυτήν στο σημείο Α, την ΕΑΖ. Με ΕΖ χαρακτηρίζουμε τη διάμετρο ενός από τους τρεις τροχούς και την επιλέγουμε όσο μεγάλη θέλουμε. Το μέσον αυτής είναι το Α. Γράφουμε τις ευθείες ΔΕ και ΔΖ.

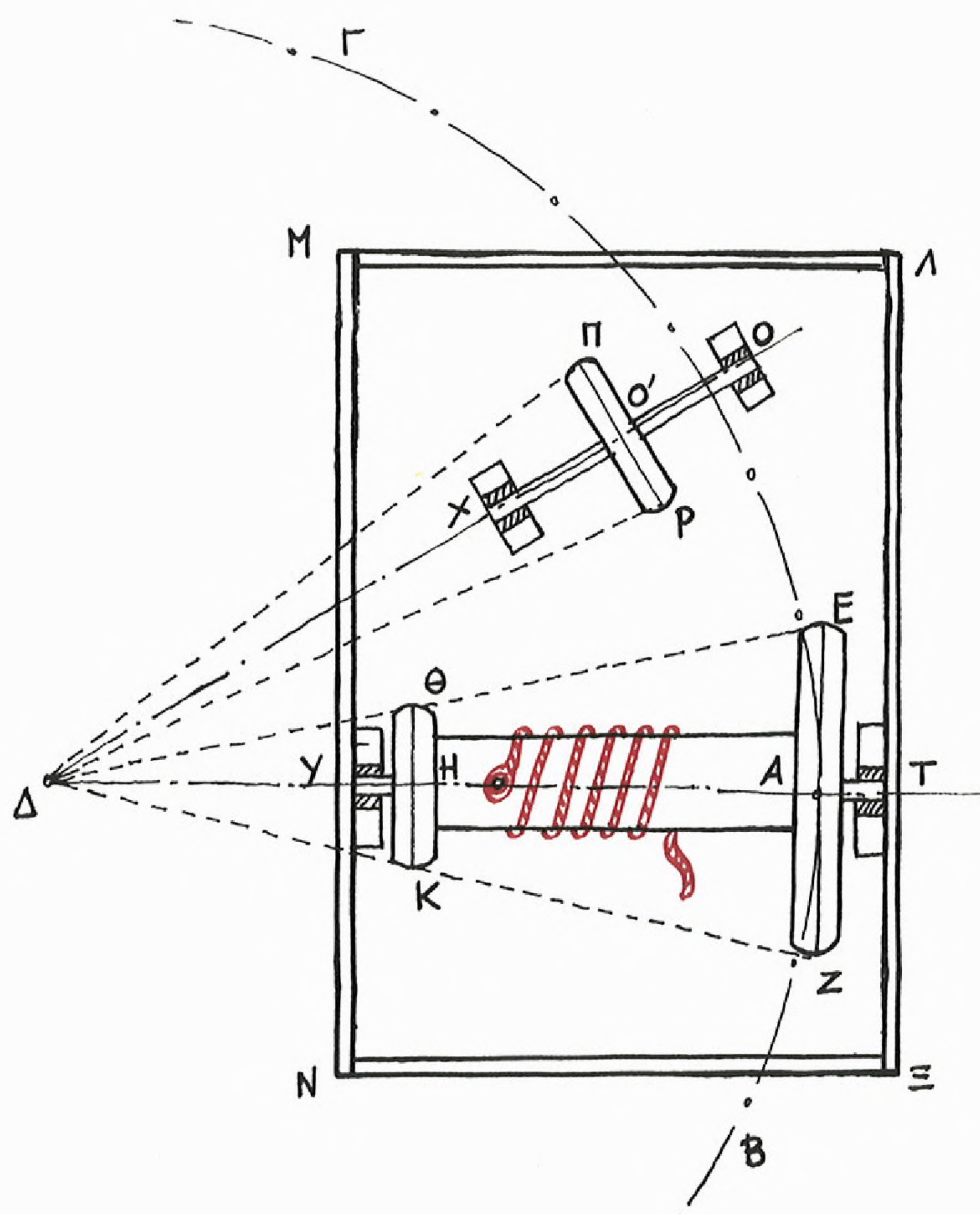
2 Έστω ΑΗ ευθύγραμμο τμήμα ίσο με το μήκος του άξονα των τροχών και ΗΘΚ ευθεία παράλληλη προς την ΕΖ. Ας θεωρήσουμε ακόμα το πλαίσιο ΜΛΝΞ έχοντας την πλευρά ΝΞ παράλληλη προς την ΑΔ. Σύρουμε τώρα μιαν άλλη ευθεία, την ΔΟ, και κάθετα σ' αυτήν την ΠΡ, διχοτομούμενη στο σημείο Ο΄. Ας είναι λοιπόν αυτές οι θέσεις των τροχών, με διαμέτρους τις ΕΖ, ΘΚ, ΠΡ και άξονες τους ΤΥ και ΟΧ.

3 Έτσι τοποθετημένοι οι τροχοί, κρατούν σε ισορροπία το πλαίσιο, που στηρίζεται πάνω τους. Τα σημεία έδρασης και περιστροφής των αξόνων είναι τα Τ, Υ, Ο, Χ. Ο κύλινδρος περιέλιξης τοποθετείται πάλι μεταξύ των σημείων Α και Η, γύρω του τυλίγεται το σχοινί, και επανα-

πειλεῖται, καὶ τὰ αὐτὰ γεγονέτω τοῖς ἔμπροσθεν εἰρημένοις. καὶ οὕτως ἐνεχθήσεται κατὰ τοῦ εἰρημένου κύκλου τὸ πλινθίον.

λαμβάνονται όσα είπαμε προηγουμένως.

Κατ' αυτό τον τρόπο κινείται πάνω στο δεδομένο κύκλο το πλαίσιο (σχ. 24).



σχ. 24. *Ο μηχανισμός κυκλικής κίνησης του αυτομάτου*

Κεφάλαιο 8

Στερεομετρική ερμηνεία του μηχανισμού κυκλικής κίνησης

1 *Ἐὰν γὰρ κῶνος κυλίηται κατὰ ἐπιπέδου, ἡ μὲν βάσις αὐτοῦ γράψει κύκλον, οὗ ἡ ἐκ τοῦ κέντρου ἴση ἐστὶ τῇ τοῦ κώνου πλευρᾷ, ἡ δὲ κορυφὴ αὐτοῦ μένει ἀκίνητος κέντρον οὖσα τοῦ εἰρημένου κύκλου.*

Οἱ δὲ ΕΖ, ΘΚ, ΠΡ *τροχοὶ ἐν κώνοις εἰσὶ δυσίν, ὧν βάσεις μὲν οἱ* ΕΖ, ΠΡ *κύκλοι, κορυφὴ δὲ τὸ* Δ *σημεῖον.*

2 *ὅτι δὲ οἱ κῶνοι οἱ ἰσοσκελεῖς κυλιόμενοι κύκλους τε γράφουσι καὶ τὴν κορυφὴν ἔχουσιν ἀκίνητον, φανερόν· κείμενος γὰρ ἐν τῷ ἐπιπέδῳ καὶ βεβηκὼς κατὰ τὴν ἑαυτοῦ πλευρὰν ἰσόρροπός ἐστιν ἑαυτῷ· τέμνεται γὰρ ὑπὸ τοῦ διὰ τῆς πλευρᾶς ἐκβαλλομένου ἐπιπέδου ὀρθοῦ πρὸς τὸν ὁρίζοντα δίχα. ὅταν δὲ ἑτέρᾳ δυνάμει κατακρατηθεὶς κυλίηται, ἕκαστον τῶν ἐν τῇ ἐπιφανείᾳ αὐτοῦ ἡμικυκλίων τῶν ἐπὶ τὰ αὐτὰ τῇ ἴσῃ δυνάμει κατακρατεῖ τοῦ λοιποῦ τοῦ αὐτοῦ κύκλου ἡμικυκλίου, καὶ οὕτως τοῦτο κινεῖται.*

3 *ἐπινοουμένων δὲ τῶν ἡμικυκλίων τῶν ἄχρι τῆς κορυφῆς, οὐ λείπεται πρὸς τῇ κορυφῇ οὔτε ἡμικύκλιον οὔτε*

1 Γιατί όταν ένας κώνος κυλά πάνω σε ένα επίπεδο, τότε η βάση του κώνου διαγράφει κύκλο, που η ακτίνα του είναι ίση με την πλευρά του κώνου, και η κορυφή του κώνου μένει ακίνητη στο κέντρο του κύκλου.

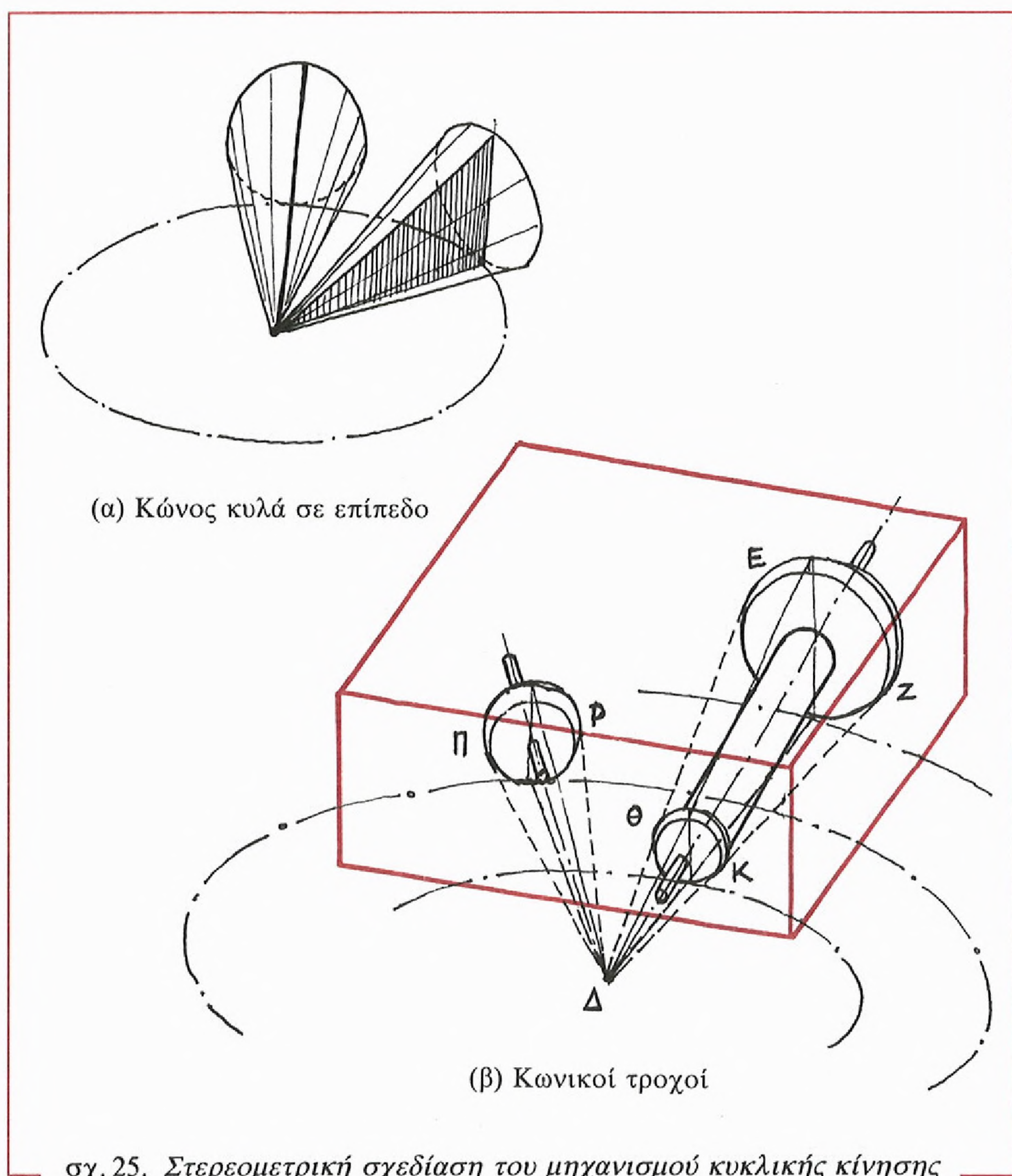
Οι τροχοί ΕΖ, ΘΚ, ΠΡ περιέχονται σε δύο κώνους, που έχουν βάσεις τους κύκλους ΕΖ και ΠΡ και κορυφή το σημείο Δ (σχ. 25).

2 Είναι φανερό, ότι οι ισοσκελείς κώνοι κυλώντας διαγράφουν κύκλους και διατηρούν ακίνητη την κορυφή τους. Γιατί ένας κώνος, που στέκεται πάνω στο έδαφος ακουμπώντας σε μια του πλευρά, ισορροπεί. Κι αυτό, γιατί τέμνεται σε δύο ίσα μέρη από το κάθετο προς τον ορίζοντα επίπεδο που περιέχει την εφαπτόμενη πλευρά. Και όταν ο κώνος κυλά ωθούμενος από μιαν εξωτερική δύναμη, τότε κάθε ημικύκλιο πάνω στην επιφάνειά του ασκεί ίση δύναμη στο υπόλοιπο ημικύκλιο του αυτού κύκλου, και έτσι κινείται ο κώνος ολόκληρος.

3 Θεωρώντας λοιπόν τα ημικύκλια που διαγράφονται πάνω στην επιφάνεια του κώνου μέχρι την κορυφή του, διαπιστώνουμε, ότι ακριβώς ε-

ἄλλο τι διαστατόν. διὸ ἡ κινοῦσα δύναμις μηκέτι ἔχουσα, τίνι κατακρατήσει τοῦ ἐπὶ τὰ ἕτερα κειμένου μέρη, ἀδυνατεῖ κινῆσαι τὴν κορυφὴν ἐν τῇ κατὰ τὴν ἐπιστροφὴν κινήσει, εἰ μὴ ἄρα κατὰ τὸν προωσμὸν ἡ ἐπικράτησις αὐτῆς γίνεται.

πάνω στην κορυφή δεν υπάρχει ούτε ημικύκλιο ούτε άλλο μέγεθος με διάσταση. Γι' αυτό και η κινητήρια δύναμη, μη έχοντας τι να κινήσει από την άλλη μεριά, αδυνατεί να θέσει σε κίνηση την κορυφή του κώνου κατά την κυκλική του περιστροφή. Η κορυφή θα κινηθεί μόνο εάν δώσουμε στον κώνο ώθηση προς τα εμπρός.



(α) Κώνος κυλά σε επίπεδο

(β) Κωνικοί τροχοί

σχ. 25. *Στερεομετρική σχεδίαση του μηχανισμού κυκλικής κίνησης*

Κεφάλαιο 9

Η κίνηση του αυτομάτου σε ορθογώνιο παραλληλόγραμμο

1 *Ἡ δὲ ἐν τῷ ὀρθογωνίῳ παραλληλογράμμῳ πορεία τοῦ πλινθίου ἔσται τόνδε τὸν τρόπον.*

Ἔστω γὰρ πλινθίον τὸ ΑΒΓΔ, *ἐν ᾧ ἄξων ἔστω ὁ* ΕΖ *συμφυεῖς ἔχων τροχοὺς τοὺς* ΗΘ, ΚΛ, *ὁ δὲ τρίτος τροχὸς ἔστω ὁ* ΜΝ, *δι' ὧν ἥ τε πορεία καὶ ἡ ἀποπορεία γίνεται, ὡς προγέγραπται. ἔστω δὲ καὶ ἕτερος ἄξων ὁ* ΞΟ *συμφυεῖς ἔχων τροχοὺς τοὺς* ΠΡ, ΣΤ *καὶ ὁμοίως τὸν* ΥΦ.

2 *ἐπάνω δὲ ἔστω ὁ* ΞΟ *ἄξων τοῦ* ΕΖ *ἄξονος ἀπέχων ἀπὸ τοῦ* ΕΖ *ἄξονος ἱκανόν. δυνάσθωσαν δὲ οἱ* ΠΡ, ΣΤ *τροχοὶ σὺν τῷ* ΞΟ *ἄξονι μετεωρίζεσθαι καὶ ταπεινοῦσθαι, ὡς ἑξῆς ἐροῦμεν· ὁμοίως δὲ καὶ ὁ* ΥΦ *τροχός. ἐὰν οὖν καταβιβάσωμεν τοὺς* ΠΡ, ΣΤ, ΥΦ *τροχούς, ὥστε ἐπικαθῖσαι τῷ ἐδάφει, μετεωρισθήσονται οἱ* ΗΘ, ΚΛ, ΜΝ *τροχοὶ ἀπὸ τοῦ ἐδάφους, καὶ ποιήσεται τὴν πορείαν τὸ πλινθίον διὰ τῶν* ΠΡ, ΣΤ, ΥΦ·

3 *καὶ ἀνασπασθέντος τοῦ* ΞΟ *ἄξονος, ὥστε πάλιν τοὺς* ΗΘ, ΚΛ, ΜΝ *ἐπικαθῖσαι τῷ ἐδάφει, καὶ δι' αὐτῶν τὴν ἑτέ-*

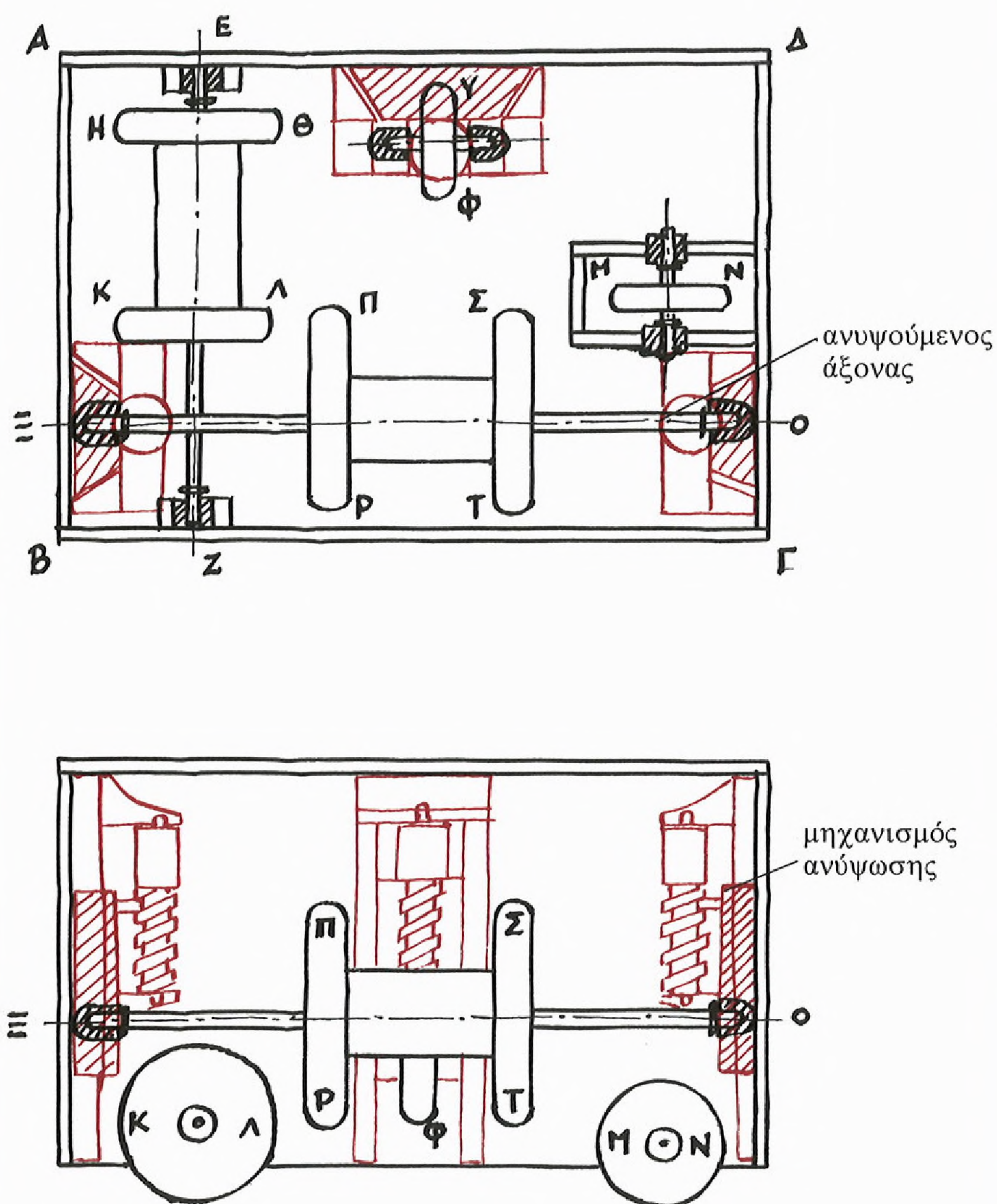
1 Η κίνηση του πλαισίου σε ορθογώνιο παραλληλόγραμμο γίνεται ως εξής.

Ας θεωρήσουμε το πλαίσιο ΑΒΓΔ, στο οποίο βρίσκεται ο άξονας ΕΖ, με ενσωματωμένους τους τροχούς ΗΘ και ΚΛ, και ένας τρίτος τροχός, ο ΜΝ. Με τους τροχούς αυτούς γίνεται η ευθύγραμμη πορεία και επιστροφή, όπως περιγράψαμε παραπάνω. Έστω όμως και ένας άλλος άξονας, ο ΞΟ, με ενσωματωμένους τους τροχούς ΠΡ, ΣΤ, και ένας τρίτος πάλι τροχός, ο ΥΦ.

2 Ο άξονας ΞΟ βρίσκεται πάνω από τον άξονα ΕΖ και σε αρκετή απόσταση από αυτόν. Οι τροχοί ΠΡ, ΣΤ, μαζί με τον άξονα ΞΟ, έχουν τη δυνατότητα να ανυψώνονται (παραμένοντας μετέωροι) και να κατεβαίνουν (ακουμπώντας στο έδαφος), όπως θα εξηγήσουμε παρακάτω. Το ίδιο και ο τροχός ΥΦ (σχ. 26).

Αν λοιπόν κατεβάσουμε τους τροχούς ΠΡ, ΣΤ και ΥΦ μέχρι να πατήσουν στο έδαφος, τότε ανυψώνονται οι τροχοί ΗΘ, ΚΛ, ΜΝ από το έδαφος και το πλαίσιο κινείται με τους τροχούς ΠΡ, ΣΤ και ΥΦ.

3 Όταν όμως ανυψωθεί ο άξονας ΞΟ και οι τροχοί ΗΘ, ΚΛ και ΜΝ πατήσουν πάνω στο έδαφος, το πλαίσιο κινείται προς την άλλη



σχ. 26. *Ο μηχανισμός κίνησης του πλαισίου σε ορθογώνιο παραλληλόγραμμο*

ραν τοῦ παραλληλογράμμου πλευρὰν πορευθήσεται τὸ πλινθίον. εἶτα πάλιν στάντος αὐτοῦ καταβιβασθήσονται οἱ ΠΡ, ΣΤ, ΥΦ, καὶ πάλιν δι' αὐτῶν τὴν ἑτέραν τοῦ παραλληλογράμμου πλευρὰν ἐνεχθήσεται τὸ πλινθίον. καὶ τούτου ἐναλλὰξ γινομένου, ὁσάκις ἐὰν προαιρώμεθα ἐλεύσεται ἐπὶ τὸ παραλληλόγραμμον τὸ πλινθίον.

πλευρά του παραλληλόγραμμου. Κι έπειτα πάλι, όταν αυτό σταματήσει, κατεβαίνουν οι τροχοί ΠΡ, ΣΤ και ΥΦ και το πλαίσιο κινείται με αυτούς πάνω στην άλλη πλευρά του παραλληλόγραμμου. Κι αυτό μπορεί να επαναληφθεί διαδοχικά και το πλαίσιο να κινείται πάνω στο παραλληλόγραμμο όσες φορές θέλουμε.

4 *πορείας δὲ μονὰς ποιήσεται, ὡς ἂν προαιρώμεθα, διά τε τῶν τῆς σπάρτου ἐπειλήσεων καὶ τῶν χαλασμάτων.*

Ἵνα οὖν μὴ τὸ βάρος τῆς λείας σφοδρότερον καταφερόμενον ἐν τῇ σύριγγι ταχεῖαν ποιῆται τὴν τοῦ πλινθίου κίνησιν, ἐμβαλοῦμεν ἐν τῇ σύριγγι κοῦφόν τι καὶ λεπτὸν καὶ γλίσχρον, οἷον κέγχρον ἢ νᾶπυ, εἰς ὃ ἐπικείσεται ἡ λεία.

4 Μπορεί ακόμα το πλαίσιο, με τα κατάλληλα τυλίγματα και χαλαρώματα του σχοινιού, να κάνει όσες μεμονωμένες πορείες θέλουμε.

Για να μην κατεβαίνει όμως με ορμή το βάρος μέσα στο θάλαμο και κάνει γρήγορη την κίνηση του πλαισίου, βάζουμε μέσα στο θάλαμο κάτι ελαφρύ, λεπτόκοκκο και γλιστερό, όπως κεχρί ή σινάπι, πάνω στο οποίο να επικάθεται το βάρος.

5 *τρυπήσομεν δὲ τὸν πυθμένα τῆς σύριγγος συμμέτρῳ τρυπήματι, ὃ κλειθρίῳ ἀνοιχθήσεταί τε καὶ κλεισθήσεται ἐκδεθὲν σπάρτῳ, ἧς τὸ ἄκρον ἐκτὸς διὰ τρυπήματος φανερὸν ἡμῖν ἔσται, ὅπως ὅταν βουλώμεθα κινεῖσθαι τὸ*

5 Και φτιάχνουμε στον πυθμένα του θαλάμου τρύπα[1] μετρίου μεγέθους, την οποία ανοίγουμε και κλείνουμε με ένα σύρτη[2]. Ο σύρτης είναι δεμένος με ένα σπάγγο[3], που η άκρη του περνάει μέσα από μια τρύπα, κρέμεται προς τα έξω και είναι ορατή σε μας (σχ. 27).

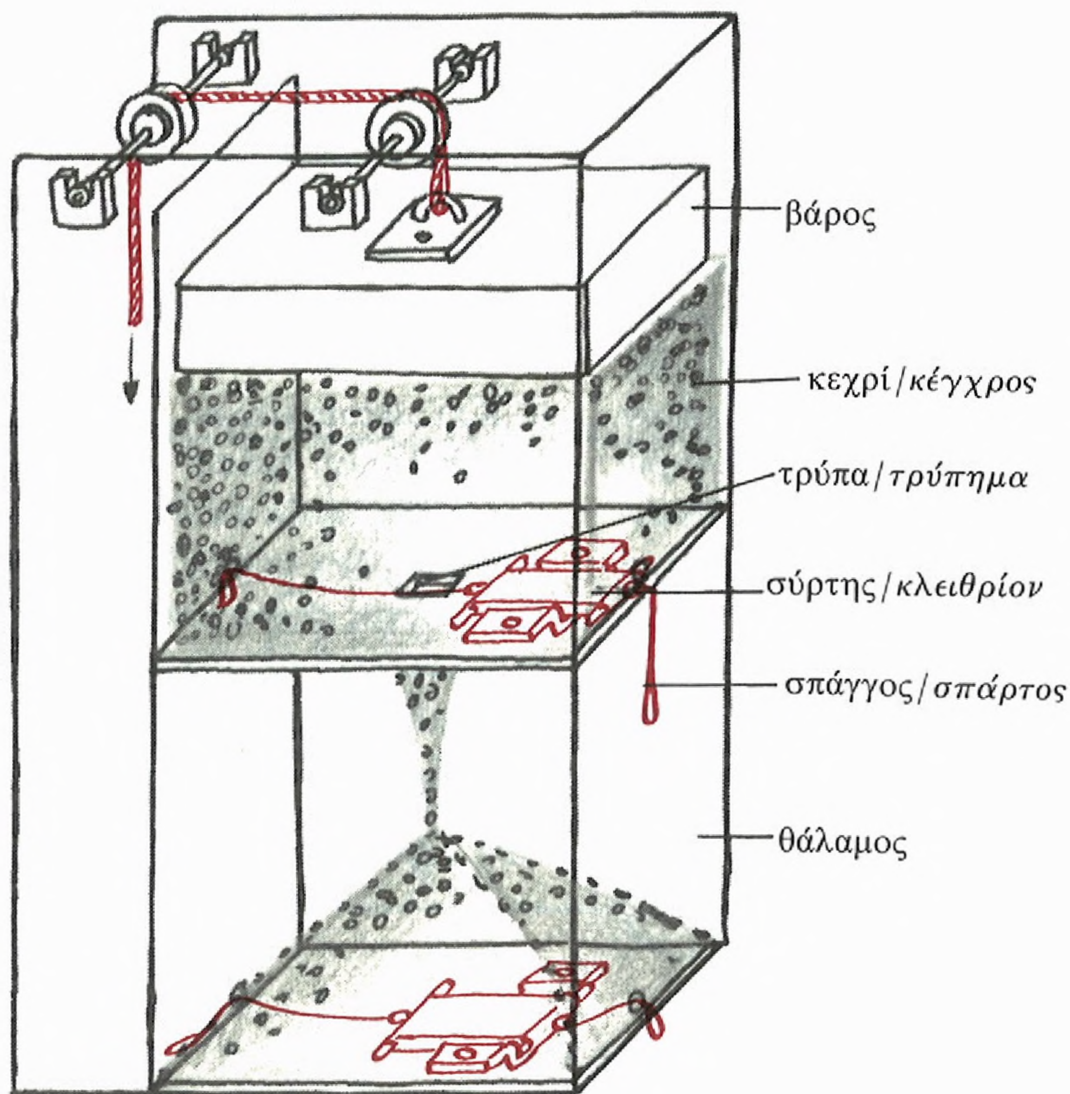
9.5 (1) *τρύπημα, τό* / τρύπα, άνοιγμα, οπή
τρυπάω / ανοίγω τρύπα με τρυπάνι
τρύπανον, τό / *τρυπάνιον, τό* / τρυπάνι
(2) *κλεῖθρον, τό* / *κλειθρίον, τό* / σύρτης, κλείστρο
(3) *σπάρτος, ὁ* / σχοινί, σπάγγος

πλινθίον, ἐπιλαμβανόμενοι τῆς σπάρτου λεληθότως ἀνοίξωμεν τὸ κλειθρίον. καὶ οὕτως τῆς κέγχρου ῥεούσης ἠρέμα εἰς τὴν ὑποκειμένην βάσιν, κινεῖ τὸ πλινθίον.

6 ἵνα δὲ μὴ ἅμα τῷ ἀνοιχθῆναι τὸ κλειθρίον ὁρμὴν τὸ πλινθίον λάβῃ, ἕξει μικρὸν χαλασμάτιον ἡ σπάρτος, ὅπως ὀλίγης κέγχρου ἐκρυείσης τότε ταθεῖσα κινήσει τὸ πλινθίον.

Έτσι, όταν θέλουμε να κινηθεί το πλαίσιο, τραβάμε το σπάγγο κρυφά και ανοίγουμε το σύρτη. Τότε το κεχρί αρχίζει να ρέει αργά προς τη βάση, που βρίσκεται από κάτω, και το πλαίσιο κινείται.

6 Για να μην κινηθεί όμως το πλαίσιο απότομα με το άνοιγμα του σύρτη, αφήνουμε στην αρχή του σχοινιού ένα μικρό χαλάρωμα, ώστε να τρέξει πρώτα λίγο κεχρί και έπειτα να τεντωθεί το σχοινί και να κινήσει το πλαίσιο.



σχ. 27. *Τεχνικά στοιχεία για την κατασκευή του θαλάμου*

Κεφάλαιο 10

Αυτόματο ανέβασμα και κατέβασμα των τροχών

1 *Ὡς δὲ δεῖ τοὺς τρεῖς τροχοὺς μετεωρίζεσθαί τε καὶ ταπεινοῦσθαι ἐναλλάξ, νῦν ἐροῦμεν.*

Ἔστωσαν οἱ εἰρημένοι τροχοὶ τρεῖς οἱ ΑΒ, ΓΔ, ΕΖ, *τῶν δὲ* ΑΒ, ΓΔ *ἄξων ὁ* ΗΘ. *φανερὸν οὖν ὅτι οἱ πρὸς τοῖς* Η, Θ *κνώδακες ἐνηρμοσμένοι εἰσὶν εἴς τινα ἐμπυελίδια ὄντα πρὸς τοῖς τοίχοις τοῦ πλινθίου. τὰ οὖν εἰρημένα ἐμπυελίδια ἔστω εἴς τινα κανόνια· τὰ δὲ κανόνια διὰ πελεκίνων καταβαινέτω ὀρθὰ εἰς τοὺς τοῦ πλινθίου τοίχους.*

1 Τώρα θα πούμε με ποιον τρόπο ανεβαίνουν[1] και κατεβαίνουν[2] διαδοχικά οι τροχοί.

Θεωρούμε τους τρεις τροχούς, ΑΒ, ΓΔ και ΕΖ που αναφέραμε. Από αυτούς οι ΑΒ και ΓΔ έχουν άξονα τον ΗΘ (σχ. 28).

Είναι φανερό, ότι τα τμήματα έδρασης και περιστροφής Η και Θ των αξόνων είναι προσαρμοσμένα σε έδρανα που βρίσκονται προς τα τοιχώματα του πλαισίου. Αυτά τα έδρανα λοιπόν θεωρούμε ότι είναι στερεωμένα σε κάτι μικρούς κανόνες, ξύλινους οδηγούς[3]. Οι κανόνες αυτοί εφάπτονται στα τοιχώματα του πλαισίου και μπορούν να κατεβαίνουν κατακόρυφα με τις πελεκημένες πλευρές, τις χελιδονοουρές[4] που διαθέτουν.

2 *ὁμοίως δὲ καὶ τὸ* ΕΖ *τρόχιον ἔστω ἔν τινι κανονίῳ ὀρθῷ διά τινος πελεκίνου καταβιβαζομένῳ εἰς τὸν πρὸς τῷ* ΕΖ *τοῖχον τοῦ πλινθίου. ἔστω*

2 Το ίδιο και ο τροχός ΕΖ θεωρούμε ότι στηρίζεται σε έναν κανόνα και με τις χελιδονοουρές του κατεβαίνει συρταρωτά πάνω στο τοίχωμα του πλαισίου που βρίσκεται πλάι του.

10.1 (1) *μετεωρίζω* / υψώνω, σηκώνω ψηλά, ανεβάζω

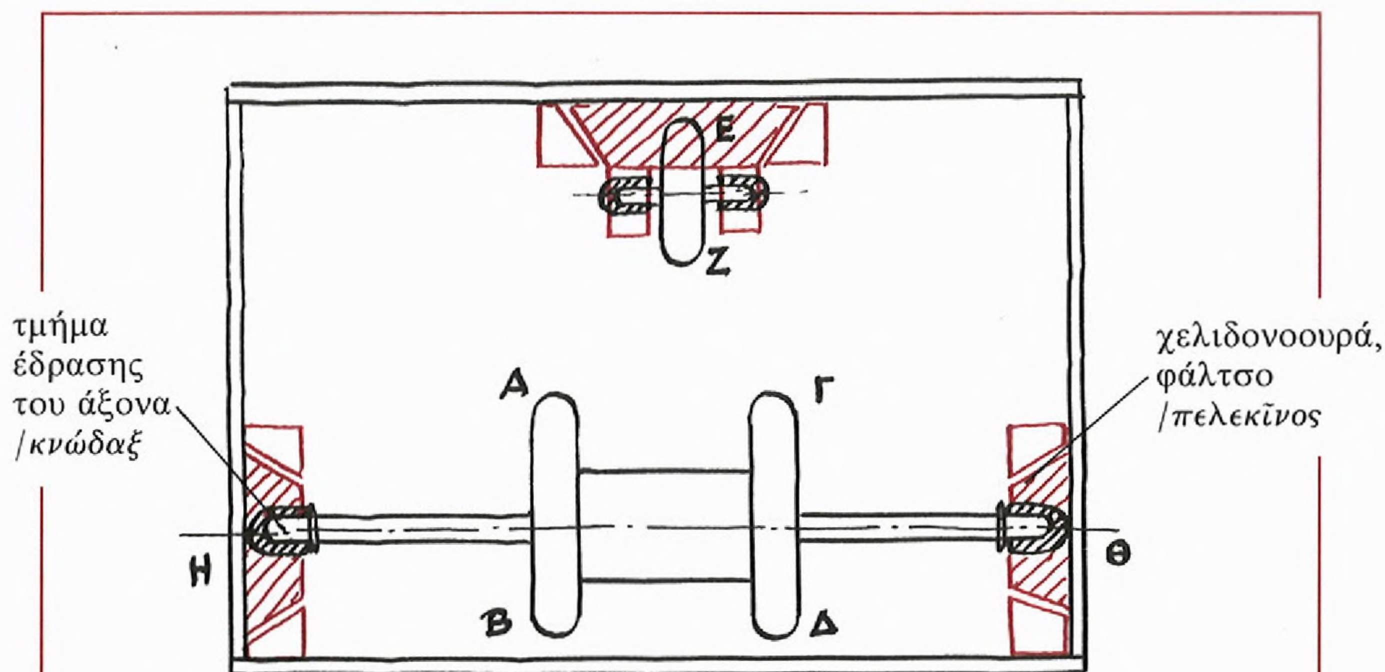
(2) *ταπεινόω* / χαμηλώνω, κατεβάζω χαμηλά, υποβιβάζω

(3) *κανόνιον, τό* / μικρός κανόνας, μικρή ευθύγραμμη ξύλινη βέργα, ξύλινος οδηγός, πήχυς, πηχάκι

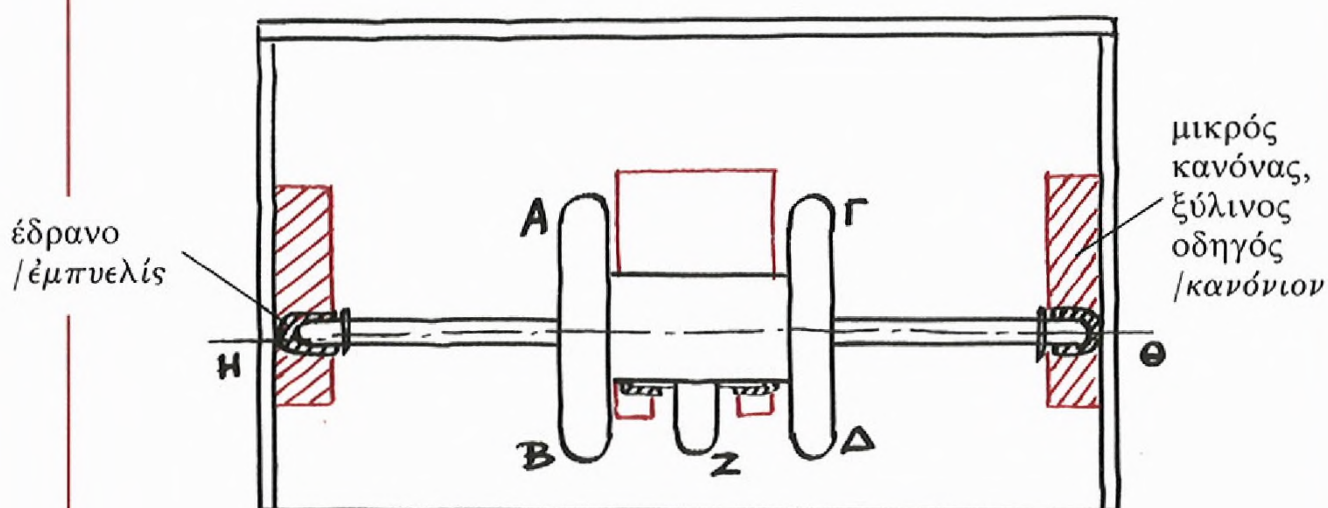
(4) *πελεκίνος, ὁ* / πελεκημένη, κεκλιμένη πλευρά, φάλτσο, (στην ξυλουργική τέχνη τρόπος συρταρωτής συναρμογής δύο ξύλων, με διπλό φάλτσο αντίθετης φοράς, η ονομαζόμενη: χελιδονοουρά)

οὖν τὸ μὲν εἰρημένον κανόνιον τὸ ,Η,Θ· ἐκκοπὴ δὲ ἐν αὐτῷ ἡ ΛΚΜΝ· ἐν δὲ ταύτῃ τρόχιον τὸ ΕΖ ἄξονα ἔχον τὸν ΞΟ. πρὸς δὲ τῷ ,Η ἄκρῳ τοῦ κανο-

Ας είναι λοιπόν Η΄Θ΄ ο κανόνας που αναφέραμε, με χαραγμένη μέσα του την εγκοπή[1] ΛΚΜΝ. Μέσα στην εγκοπή βρίσκεται ο τροχός ΕΖ με άξονα τον ΞΟ. Στο άκρο Η΄ του



(α) κάτοψη



(β) όψη

σχ. 28. *Οι ανυψούμενοι τροχοί*

νίου τύλος ἐνειλείσθω ὁ Π· ἐν δὲ τῷ τοίχῳ τοῦ πλινθίου τῷ πρὸς τῷ ΕΖ ἐνειλείσθωσαν δύο γόμφοι καθάπερ κανόνια, οἱ ΡΣ, ΤΥ· ἐν δὲ τούτοις πολευέσθω κοχλίας ὁ ΦΧ, καὶ ἐμβεβηκέτω ὁ Π τύλος εἰς τὴν τοῦ κοχλίου ἕλικα.

κανόνα σφηνώνουμε τον πίρο Π, ενώ στο τοίχωμα του πλαισίου, προς την πλευρά του τροχού ΕΖ, καρφώνουμε δύο ξύλινα στηρίγματα[2] σαν κανόνες, τα ΡΣ και ΤΥ. Μέσα στα στηρίγματα αυτά περιστρέφεται ο κοχλίας[3] ΦΧ και ο πίρος Π εισχωρεί μέσα στο σπείρωμα[4] του κοχλία (σχ. 29).

3 *ἐὰν οὖν τις ἐπιστρέφῃ τὸν ΦΧ κοχλίαν, μετεωρισθήσεται καὶ ταπεινωθήσεται τὸ Η,Θ κανόνιον διὰ τοῦ Π τύλου. ἵνα οὖν αὐτόματον τοῦτο γίνηται, ἐπειλείσθω περὶ τὸ ἀργὸν μέρος τοῦ κοχλίου σπάρτος ἐναλλὰξ τὰς ἐπειλήσεις ἔχουσα καὶ χαλάσματα διαμεμηρυμένα, ἁρμοστὰ τοῖς διαστήμασιν οἷς κινεῖται τὸ πλινθίον· τὰ δὲ αὐτὰ γεγονέτω καὶ ἐπὶ τῶν λοιπῶν δύο κανονίων, ἐν οἷς εἰσιν οἱ πρὸς τοῖς Η, Θ κνώδακες.*

3 Αν κάποιος λοιπόν περιστρέψει τον κοχλία ΦΧ, θα ανυχωθεί ή θα κατέβει ο κανόνας Η΄Θ΄ μέσω του πίρου Π.

Για να γίνεται όμως αυτό αυτόματα[1], τυλίγουμε στο σώμα του κοχλία, στο τμήμα δηλαδή εκείνο που δεν έχει σπείρωμα[2], ένα σχοινί με διαδοχικές περιελίξεις και χαλαρώματα ανάλογα με τα διαστήματα που διανύει το πλαίσιο (σχ. 30).

Τα ίδια κάνουμε και στους άλλους δύο κανόνες, στους οποίους καταλήγουν τα τμήματα περιστροφής των αξόνων Η και Θ.

4 *δεῖ δὲ τοὺς τρεῖς κοχλίας ἴσους τοῖς πάχεσιν εἶναι καὶ τὰς ἐπειλήσεις τὰς περὶ αὐτοὺς ἀκριβῶς ἴσας καὶ τὰ χαλάσματα ὁμοίως, ὅπως ἅμα τε ἐπαίρωνται οἱ τρεῖς τροχοὶ καὶ ἅμα καθιῶνται· οὕτω γὰρ ἀσφαλὴς καὶ εὐκίνητος ἡ τοῦ πλινθίου πορεία ἔσται.*

4 Πρέπει επίσης και οι τρεις κοχλίες να είναι ισοπαχείς και τα τυλίγματα γύρω τους ακριβώς ίσα, όπως και τα χαλαρώματα, για να ανυψώνονται και να κατεβαίνουν ταυτόχρονα και οι τρεις τροχοί. Έτσι λοιπόν γίνεται με ασφάλεια και ευκολία η κίνηση του πλαισίου.

10.2 (1) *ἐκκοπή, ἡ* / εγκοπή, χάραξη
(2) *γόμφος, ὁ* / ξύλινος ήλος, σφήνα, στήριγμα
(3) *κοχλίας, ὁ* / κοχλίας, βίδα
(4) *ἕλιξ, ὁ* / έλικας, σπείρωμα ενός κοχλία

10.3 (1) *ἵνα αὐτόματον τοῦτο γίνηται* / για να γίνεται αυτόματα
(2) *τὸ ἀργὸν μέρος τοῦ κοχλίου* / το σώμα του κοχλία, το τμήμα εκείνο που δεν έχει σπείρωμα

χελιδονοουρά / *πελεκῖνος*

πίρος / *τύλος*

κανόνας / *κανόνιον*

(α) κανόνας

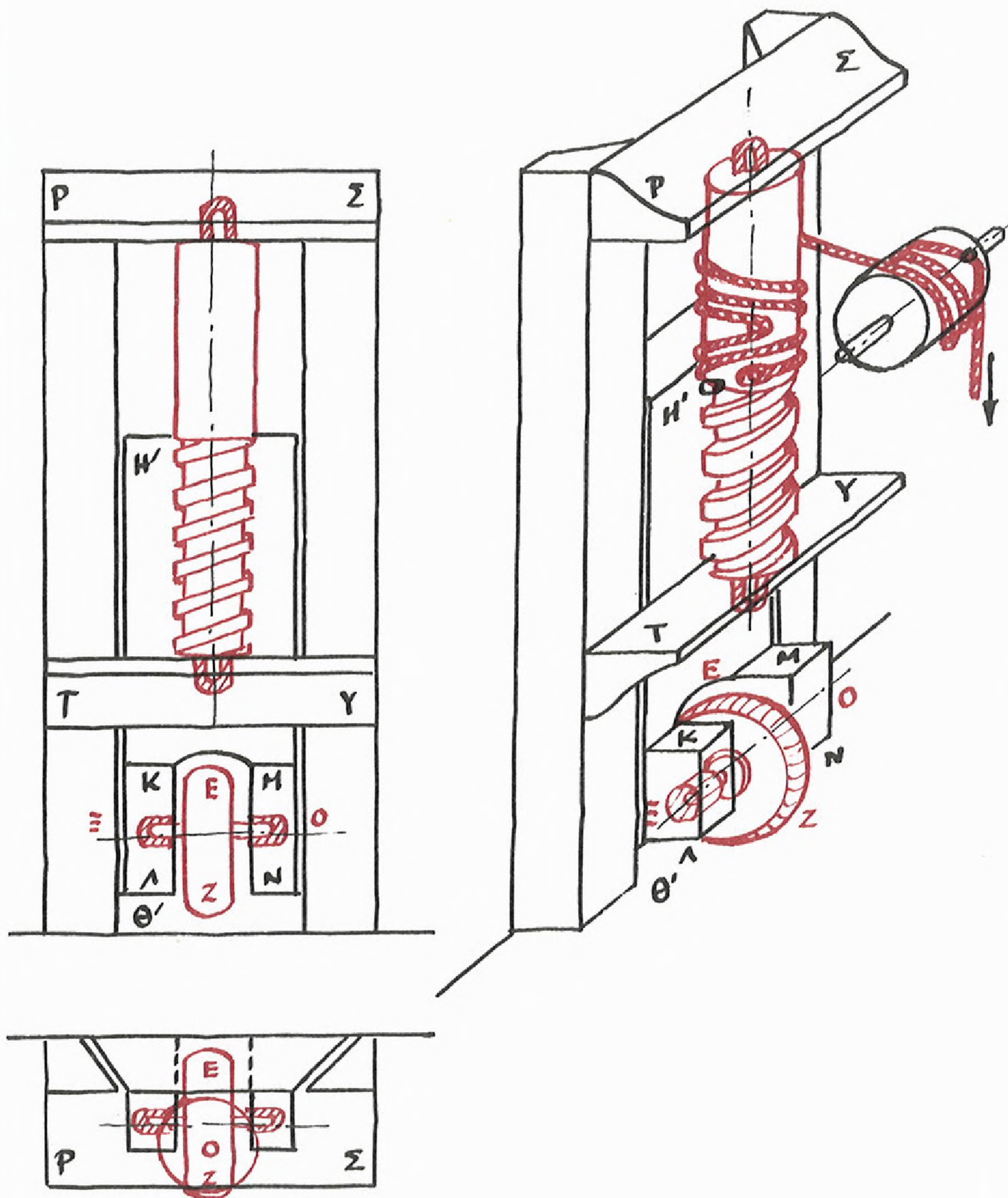
στήριγμα / *γόμφος*

σώμα του κοχλία / *ἀργὸν μέρος κοχλίου*

σπείρωμα / *ἕλιξ*

(β) κοχλίας

σχ. 29. *Κανόνας και κοχλίας ανύψωσης των τροχών*



σχ. 30. *Ο μηχανισμός αυτόματης ανύψωσης των τροχών*

Κεφάλαιο 11

Σύνθετες ελικοειδείς κινήσεις του αυτομάτου

1 *Δυνατὸν δέ ἐστι καὶ ἄλλως κάμπτειν τὸ πλινθίον, οὐ μόνον ἐν ὀρθογωνίῳ παραλληλογράμμῳ, ἀλλὰ καὶ ἐν παντὶ εὐθυγράμμῳ σχήματι· ἔτι δὲ καὶ τὴν πορείαν ὀφιώδη γίνεσθαι δυνατόν ἐστι καὶ πολλῷ εὐχερέστερον τῆς προγεγραμμένης μεθόδου.*

2 *Ἔστω γὰρ τὸ πλινθίον, ἐν ᾧ εἰσιν οἱ τροχοί, τὸ* ΑΒΓΔ, *ἐν ᾧ διακείσθωσαν ἄξονες δύο οἱ* ΕΖ, ΗΘ, *ὧν ὁ μὲν* ΗΘ *ἐν κνώδαξιν εὐλύτως στρεφέσθω ἔχων συμφυῆ τροχὸν τὸν* ΚΛ, *ὁ δὲ* ΕΖ *συναραρὼς ἔστω τῷ πλινθίῳ ἀπὸ τόρνου ἰσοπαχὴς εἰργασμένος. περὶ δὲ τοῦτον περικείσθωσαν χοινικίδες δύο αἱ* ΜΝ, ΞΟ *εὐλύτως καὶ ἁρμοστῶς περὶ αὐτὸν στρεφόμεναι καὶ αὗται ἀπὸ τόρνου τὴν ἐντὸς καὶ τὴν ἐκτὸς ἐπιφάνειαν εἰργασμέναι. ταῖς δὲ χοινικίσι συμφυεῖς ἔστωσαν τροχοὶ ἴσοι οἱ* ΠΡ, ΣΤ.

1 Είναι ακόμα δυνατόν να κάνει το τροχοκιβώτιο κι άλλες κινήσεις, όχι μόνο σε ορθογώνιο παραλληλόγραμμο, αλλά και σε οποιοδήποτε ευθύγραμμο σχήμα. Μπορεί μάλιστα να γίνει κίνηση ελικοειδής[1], με μέθοδο πολύ ευκολότερη από την προηγούμενη.

2 Ας θεωρήσουμε λοιπόν το πλαίσιο ΑΒΓΔ, στο οποίο βρίσκονται οι τροχοί. Στο πλαίσιο είναι τοποθετημένοι δύο άξονες, οι ΕΖ και ΗΘ, εκ των οποίων ο ΗΘ στρέφεται ελεύθερα στα σημεία περιστροφής του και έχει ενσωματωμένο τον τροχό ΚΛ, ο δε ΕΖ είναι σταθερά προσαρμοσμένος στο πλαίσιο, ισοπαχής και κατεργασμένος στον τόρνο. Ο άξονας αυτός περιβάλλεται από δύο κοίλους σωληνοειδείς θύλακες[1], τους ΜΝ και ΞΟ, που περιστρέφονται εύκολα και εφαρμοστά γύρω από αυτόν και έχουν κατεργασμένες στον τόρνο τόσο την εσωτερική όσο και την εξωτερική τους επιφάνεια. Στους θύλακες αυτούς είναι ενσωματωμένοι δύο ίσοι τροχοί, οι ΠΡ και ΣΤ (σχ. 31).

11.1 (1) *ὀφιώδης* (επίθ.) / ελικοειδής, με πολλές στροφές, σε σχήμα φιδιού

11.2 (1) *χοινικίς, ἡ* / κοίλος σωληνοειδής θύλακας, μέσα στον οποίο περιστρέφεται άξονας

σχ. 31. *Μηχανισμός ελικοειδούς κίνησης*

3 *ἐὰν οὖν περὶ ἑκατέραν χοινικίδα σπάρτος περιειληθεῖσα ἀποδοθῇ εἰς τὴν ἐν τῇ σύριγγι λείαν, συμβήσεται καταφερομένης τῆς λείας ἀπειλουμένων τῶν σπάρτων ἐπιστρέφεσθαι σὺν ταῖς χοινικίσι τοὺς τροχοὺς καὶ οὕτως τὸ πλινθίον ἐπ' εὐθείας πορεύεσθαι συνεπιστρεφομένου καὶ τοῦ* ΚΛ *τροχοῦ.*

4 *ἐὰν οὖν ἐκ τῶν* ΠΡ, ΣΤ *τροχῶν ὁ* ΠΡ *μένῃ ἀκίνητος χάλασμα ἐχούσης τῆς κατ' αὐτὸν σπάρτου, ἐπιστραφήσεται ὁ* ΣΤ *τροχὸς καὶ συνεπιστρέψει τὸν* ΚΛ, *ἄχρις οὗ τὸ ἐν τῇ* ΜΝ *χοινικίδι χάλασμα τοῦ μηρύσματος ἐπισπάσεται ἡ λεία. εἶτα πάλιν τάσιν λαβούσης τῆς σπάρτου, ἅμα οἱ* ΠΡ, ΣΤ *τροχοὶ στραφήσονται. καὶ ἐνεχθήσεται τὸ πλινθίον ἐπὶ εὐθείας τῆς κατὰ τὴν ἐπιστροφὴν τοῦ πλινθίου γενηθείσης.*

5 *δεήσει οὖν τὸ εἰρημένον χάλασμα τοσοῦτον εἶναι, ὥστε ἐπιστραφῆναι τὸ πλινθίον κατὰ τὴν εὐθεῖαν ἣν βουλόμεθα αὐτὸ ἐνεχθῆναι. τὰ δ' αὐτὰ ἐπινοείσθω καὶ ἐπὶ τοῦ* ΣΤ *τροχοῦ. πλειόνων οὖν ἐπειλήσεων καὶ μηρυμάτων γινομένων ἀκολούθως ταῖς εἰρημέναις εὐθείαις, καθ' ἃς δεῖ φέρεσθαι τὸ πλινθίον, ἔσται γεγονὸς τὸ προκείμενον.*

3 Αν λοιπόν τυλίξουμε ένα σχοινί γύρω από κάθε ένα θύλακα χωριστά και το συνδέσουμε με το αντίβαρο στο θάλαμο, τότε, καθώς πέφτει το αντίβαρο, θα τεντωθούν τα σχοινιά, θα περιστραφούν μαζί με τους θύλακες οι τροχοί και έτσι το πλαίσιο θα κινηθεί ευθύγραμμα, συμπαρασύροντας μαζί του και τον τροχό ΚΛ.

4 Αν όμως, από τους δύο τροχούς ΠΡ και ΣΤ, παραμείνει ο τροχός ΠΡ ακίνητος, εφόσον το νήμα του είναι αρχικά τυλιγμένο ελεύθερα, και περιστραφεί ο τροχός ΣΤ συμπαρασύροντας τον ΚΛ, (τότε το πλαίσιο θα κάνει κίνηση κυκλική), μέχρις ότου το βάρος ξετυλίξει τις ελεύθερες περιελίξεις στον θύλακα ΜΝ. Μετά πάλι θα τεντωθεί το σχοινί και αμέσως θα περιστραφούν (ταυτόχρονα) οι τροχοί ΠΡ και ΣΤ. Και το πλαίσιο θα κινηθεί σε ευθεία γραμμή μετά την περιστροφή του.

5 Οι ελεύθερες περιελίξεις που αναφέραμε πρέπει να είναι τόσες, ώστε το πλαίσιο να περιστραφεί (από την αρχική του θέση) μέχρι την ευθεία, στην οποία θέλουμε να κινηθεί. Τα ίδια θεωρούμε και για τον τροχό ΣΤ. Αν γίνουν λοιπόν περισσότερα τυλίγματα και χαλαρώματα, που να αντιστοιχούν στις επιθυμητές ευθείες (και τους κύκλους) στους οποίους πρέπει να κινηθεί το κιβώτιο, τότε θα έχουμε πετύχει το ζητούμενο.

6 *δεήσει δὲ τά τε μήκη τῶν ἐπειλήσεων καὶ τὰ τῶν μηρυμάτων ἐξ αὐτῆς τῆς πείρας γίνεσθαι, ἀρχομένων ἡμῶν τὰς ἐπειλήσεις ποιεῖσθαι ἀπὸ τοῦ τόπου ἐφ' οὗ μέλλει καταλήγειν τὸ πλινθίον· ἀνάπαλιν γὰρ αὐτὸ κινοῦντες ταῖς χερσίν, ὡς μέλλει πορεύεσθαι, ἐπειλήσομεν τὰς σπάρτους καὶ χάλασμα δώσομεν· οὕτω γὰρ ἀρξάμενον πορεύεσθαι τὸ πλινθίον καταλήξει δεόντως εἰς τὸν τόπον ὅθεν ἠρξάμεθα ἐπειλεῖν τὰς σπάρτους.*

7 *βέλτιον δὲ καὶ τὸν* ΚΛ *τροχὸν ἐν χοινικίδι περικεῖσθαι τῷ* ΗΘ *ἄξονι, τὸν δὲ ἄξονα συμφυῆ ὁμοίως τῷ πλινθίῳ γίνεσθαι καθάπερ καὶ τὸν* ΕΖ *καὶ πάλιν περὶ τὴν χοινικίδα τοῦ* ΚΛ *τροχοῦ τὴν σπάρτον ἐπειληθεῖσαν καὶ τὰ χαλάσματα ἔχουσαν τῇ λείᾳ ἀποδοθῆναι, ὅπως ὅταν βουλώμεθα κάμπτειν τὸ πλινθίον, ἕνα τῶν* ΠΡ, ΣΤ *τροχῶν ἑστάναι, δηλονότι χαλάσματος ὄντος ἐν τῇ κατ' αὐτὸν σπάρτῳ τῇ περὶ τὴν χοινικίδα, τὸν δὲ* ΚΛ *τροχὸν μετὰ τοῦ λοιποῦ στρέφεσθαι τροχοῦ, ἄχρις ἂν τὸ πλινθίον τὴν δέουσαν λάβῃ ἐπιστροφήν, εἶτα πάλιν ταθείσης τῆς*

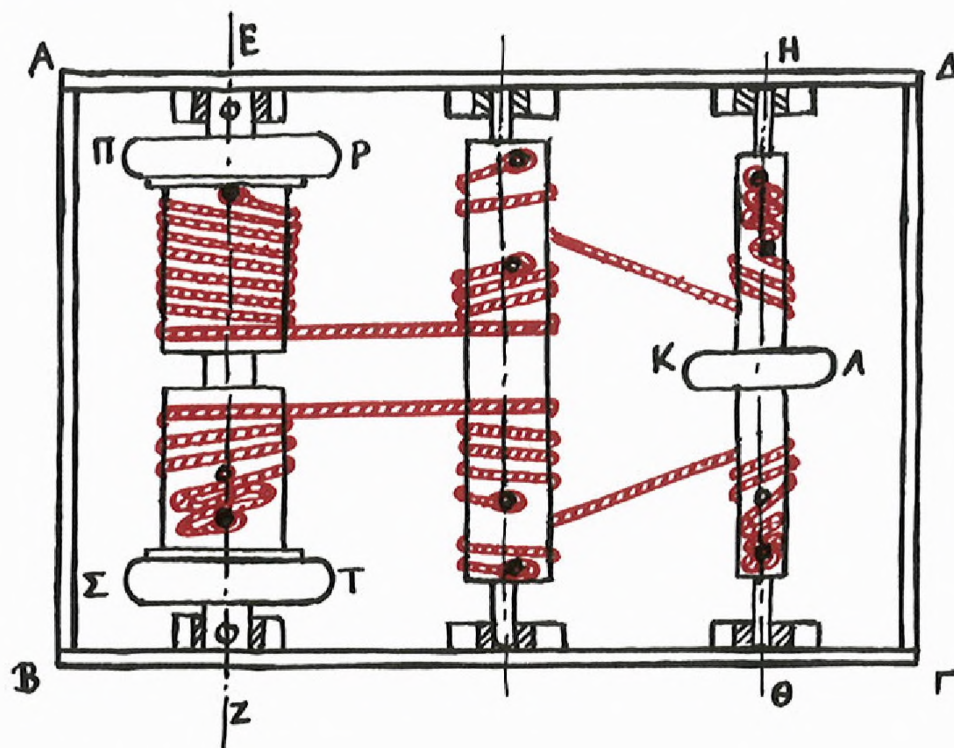
6 Θα πρέπει όμως τα μήκη των τυλιγμάτων και των χαλαρωμάτων να βρεθούν από την ίδια την πράξη, με το πείραμα[1]. Έτσι αρχίζουμε να κάνουμε τα τυλίγματα ξεκινώντας από το σημείο, στο οποίο πρέπει να καταλήξει το πλαίσιο. Και κινώντας το με τα χέρια μας ανάποδα, ακολουθώντας την πορεία που πρόκειται να διανύσει, θα βρούμε τα τυλίγματα και τα χαλαρώματα των σχοινιών. Έτσι, όταν αρχίσει να κινείται το πλαίσιο, θα καταλήξει όπως πρέπει στη θέση, απ' όπου αρχίσαμε να τυλίγουμε τα σχοινιά.

7 Καλύτερα θα είναι μάλιστα να βάλουμε και τον άξονα ΗΘ του τροχού ΚΛ σε θύλακα, να ενσωματώσουμε τον άξονα στο πλαίσιο, όπως κάναμε και με τον ΕΖ, να τυλίξουμε πάλι γύρω από το θύλακα του τροχού ΚΛ το σχοινί με σφιχτές και ελεύθερες περιελίξεις και να το συνδέσουμε με το βάρος. Έτσι, όταν θέλουμε να περιστραφεί το πλαίσιο, θα πρέπει ένας από τους δύο τροχούς ΠΡ και ΣΤ να παραμείνει σταθερός, έχοντας ελεύθερα τυλιγμένο το σχοινί στο θύλακά του, ενώ ο τροχός ΚΛ, μαζί με τον άλλον από τους δύο τροχούς, θα πρέπει να κυλούν, μέχρις ότου το πλαίσιο ολοκληρώσει την περιστροφή. Και μετά, αφού τεντωθεί το σχοινί που ήταν ελεύθερα τυλιγμένο, θα κινηθούν ταυτόχρονα και οι

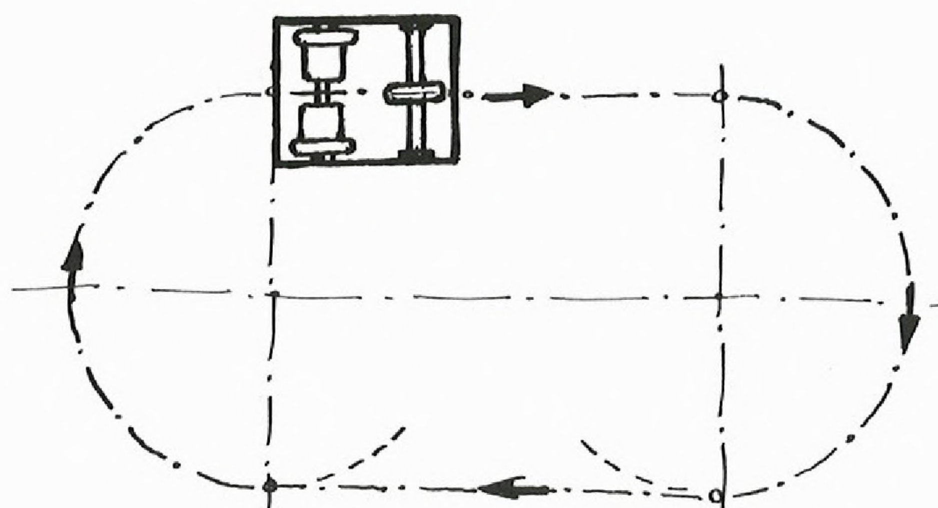
11.6 (1) *ἐξ αὐτῆς τῆς πείρας* / από την ίδια την πράξη, με την πείρα, την εμπειρία, το πείραμα

τὸ χάλασμα ἐχούσης σπάρτου ἅμα τῶν τριῶν κινουμένων τροχῶν τὴν ἐπ' εὐθείας ὁδὸν φέρηται τὸ πλινθίον.

τρεις τροχοί και το πλαίσιο θα πορευθεί σε ευθεία γραμμή (σχ. 32).



(α) κάτοψη



(β) τμήματα κυκλικής και ευθύγραμμης πορείας

σχ. 32. *Παραλλαγή του μηχανισμού ελικοειδούς κίνησης με τρεις κινητήριους τροχούς*

8 *ἐπεὶ οὖν αἱ χοινικίδες αἱ τοὺς τροχοὺς ἔχουσαι περικείμεναι τοῖς ἄξοσιν ἐν τῇ κινήσει δυσχερῶς ἐπιστρέφονται διὰ τὸ τὸ ὅλον τοῦ πλινθίου βάρος ἐπ' αὐτὰς ἐπικεῖσθαι, ἀρέσκει ἐν τοῖς αὐτομάτοις πάντα τὰ ἐγκυκλίως κινούμενα περὶ κνώδακας στρέφεσθαι. ποιήσομεν οὖν οὕτω·*

9 *γεγονέτω γὰρ τὸ πλινθίον καθ' ὃν τρόπον ὁ τοὺς δύο τροχοὺς ἔχων ἄξων, ὄρθιον διάπηγμα ἀραρός· ἐν δὲ τούτῳ ἐμπυελίδια ἔστω ἐξ ἑκατέρου μέρους, εἰς ἃ οἱ κνώδακες ἐμβιβασθήσονται. δύο δὲ ἄξονες γεγονέτωσαν συμφυεῖς ἔχοντες τοὺς τροχούς, ὧν ἑκάτερος κείσθω μεταξὺ τοῦ εἰρημένου ὀρθίου διαπήγματος καὶ τῶν τοῦ πλινθίου τοίχων ἐν κνώδαξιν, ὥστε βεβηκέναι ἐπὶ τοῦ ἐδάφους τοὺς τροχοὺς καὶ ἕκαστον στρέφεσθαι ἐν τοῖς ἑαυτοῦ κνώδαξιν.*

10 *αἱ δὲ περὶ τοὺς ἄξονας σπάρτοι διπλαῖ ἔστωσαν, ὥστε μέσον λαβεῖν τὸν τροχὸν καὶ ἐξ ἴσου στρέφειν. γεγονέτω δὲ καὶ ἕτερος ἄξων τούτοις*

8 Επειδή όμως οι θύλακες που συγκρατούν τους τροχούς και περιβάλλουν τους άξονες περιστρέφονται με δυσκολία, εφόσον όλο το βάρος του τροχοκιβώτιου κάθεται πάνω τους, είναι προτιμότερο στα αυτόματα τα εξαρτήματα που κάνουν κινήσεις κυκλικές να περιστρέφονται γύρω από κατεργασμένους στροφείς των αξόνων[1]. Αυτό το κάνουμε ως εξής.

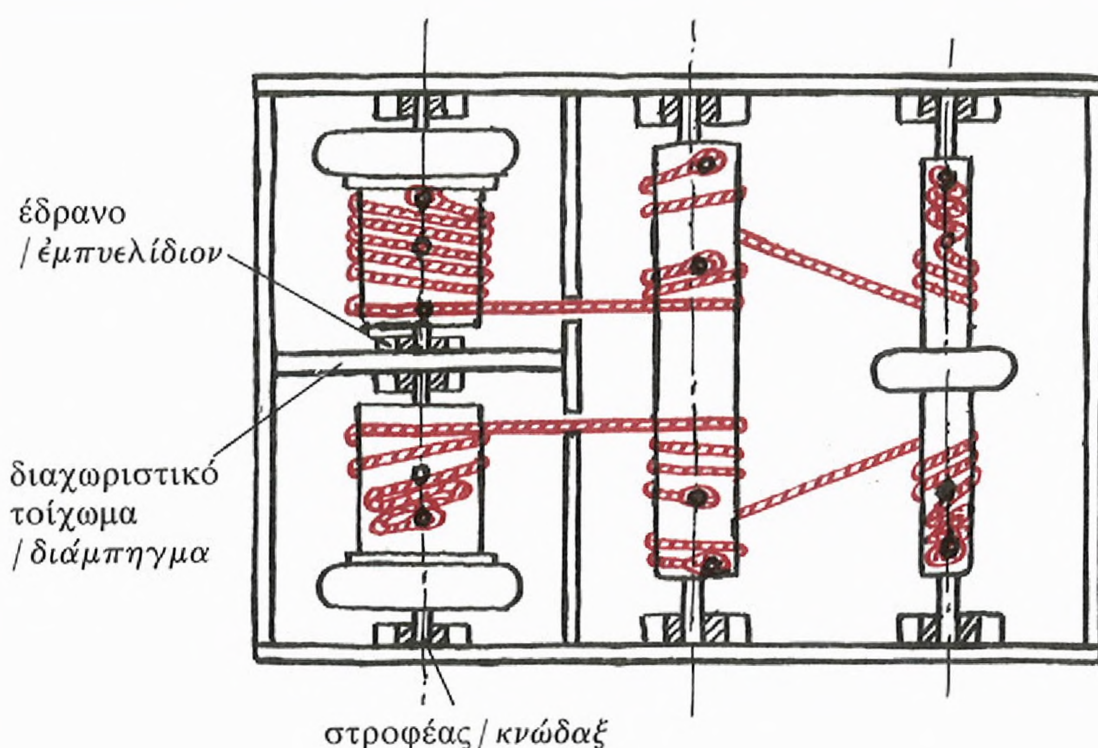
9 Κατασκευάζουμε το τροχοκιβώτιο με τον ίδιο τρόπο, στερεώνοντας (στο μέσον) του άξονα των δύο τροχών ένα κάθετο διαχωριστικό διάζωμα[1]. Σε αυτό τοποθετούμε και στις δύο μεριές έδρανα, στα οποία προσαρμόζουμε τους στροφείς. Κατασκευάζουμε δύο άξονες, στους οποίους ενσωματώνουμε τους τροχούς, και τους τοποθετούμε ανάμεσα στο κάθετο χώρισμα που αναφέραμε και στα τοιχώματα του τροχοκιβώτιου. Οι άξονες αυτοί εδράζονται πάνω στους στροφείς τους, έτσι ώστε οι τροχοί να ακουμπούν στο έδαφος και να στρέφονται γύρω από τους στροφείς (σχ. 33).

10 Τα σχοινιά γύρω από τους άξονες πρέπει να είναι διπλά τυλιγμένα, ώστε να έλκουν ζυγιασμένα τους τροχούς και να τους περιστρέφουν συμμετρικά[1].

11.8 (1) *κνώδαξ, ὁ* / στροφέας, κατεργασμένο τμήμα έδρασης και περιστροφής των αξόνων

11.9 (1) *διάπηγμα, τό* / διαχωριστικό διάζωμα, τοίχωμα, χώρισμα

1.10 (1) *μέσῳ λαβεῖν καὶ ἐξ ἴσου στρέφειν τὸν τροχόν* / έχουν στη μέση τον τροχό και τον περιστρέφουν με ίσες ροπές περιστροφής. (Εννοεί την ισοζυγισμένη, κεντραρισμένη, συμμετρικά διαμοιρασμένη έλξη των τροχών.)



σχ. 33. *Τροχοκιβώτιο με μηχανισμό ανεξάρτητης κίνησης των τροχών*

ὁμοίως κινούμενος ἔμπροσθεν τοῦ πλινθίου, ὥστε πάλιν ἐπὶ τῶν τριῶν τροχῶν φέρεσθαι τὸ πλινθίον. καὶ περὶ τοῦτον ὁμοίως διπλῇ περικείσθω σπάρτος μεσολαβοῦσα τὸν τροχόν.

11 *πάλιν οὖν τῶν σπάρτων ἐπειληθεισῶν ἐναλλὰξ ὁσάκις ἐὰν βουλώμεθα καὶ τὰ χαλάσματα ἐχουσῶν ὡς ἐὰν προαιρώμεθα διαμεμηρυμένα, ὡς εἴρηται, καὶ ἡ τοῦ πλινθίου πορεία ἔσται ὡς ἐὰν προαιρώμεθα, εὐκόπως τε καὶ εὐκυλίστως διὰ τοὺς κνώδακας.*

Κατασκευάζουμε ακόμα έναν άλλον άξονα στο μπροστινό μέρος του τροχοκιβώτιου, έτσι ώστε το πλαίσιο να στηρίζεται πάλι σε τρεις τροχούς. Και γύρω του παρόμοια τυλίγουμε διπλό σχοινί, που έλκει ζυγιασμένα τον τροχό.

11 Και πάλι τυλίγουμε τα σχοινιά με (δεξιόστροφες και αριστερόστροφες) περιελίξεις και με διαδοχικά ελεύθερα τυλίγματα, όπως επιθυμούμε και όπως έχουμε ήδη αναφέρει. Έτσι πετυχαίνουμε την επιθυμητή πορεία, εύκολα και με λιγότερες τριβές(1), χάρη στους στροφείς των αξόνων.

11.11 (1) εὐκυλίστως (επίρρ.) / με μικρές τριβές κυλίσεως. (Η μείωση των τριβών αποτελεί έντονη επιδίωξη του Ήρωνα.)

Κεφάλαιο 12

Ο μηχανισμός για το άναμμα της φωτιάς στους βωμούς

1 *Περὶ μὲν οὖν τῆς πορείας καὶ τῆς ἀποπορείας τοῦ πλινθίου αὐτάρκως νομίζομεν εἰρηκέναι. ἑξῆς δὲ περὶ τῶν ἐκτὸς τῆς πορείας κινήσεων ἐροῦμεν· ἔστι δὲ ἡμῖν ἡ πρώτη κίνησις περὶ τῆς τοῦ πυρὸς ἀνακαύσεως τοῦ ἐν τῷ βωμῷ.*

1 Για την πορεία και την επιστροφή του τροχοκιβώτιου νομίζουμε ότι έχουμε πει αρκετά. Στη συνέχεια θα μιλήσουμε για τις άλλες κινήσεις εκτός της πορείας. Η πρώτη κίνηση (που θα μας απασχολήσει) είναι το άναμμα της φωτιάς στο βωμό.

2 *Γίνεται οὖν οὕτως· ἔστω γὰρ βωμὸς ἐκ λεπίδων χαλκῶν ἢ σιδηρῶν πεποιημένος ὁ* ΑΒΓΔ, *τρύπημα ἔχων ἐν μέσῳ τῷ ἐπιπύρῳ τὸ* Ε. *ὑπὸ δὲ τοῦτο λεπίδιον ἔστω τὸ* ΖΗ *παρακτὸν ὥσπερ γλωσσοκόμου πῶμα, ἐπικαλύπτον τὸ* Ε *τρύπημα, ἐκ δὲ τούτου ἁλυσείδιον τὸ* ΗΘΚ *ἀποδεδομένον περὶ ἀξόνιον ἐντὸς τοῦ βωμοῦ κείμενον καὶ εὐλύτως στρεφόμενον.*

2 Αυτό γίνεται ως εξής.

Ας πάρουμε ένα βωμό φτιαγμένο από φύλλα[1] χαλκού ή σιδήρου, τον ΑΒΓΔ, που έχει ένα άνοιγμα Ε στο μέσον της εστίας. Κάτω από το άνοιγμα υπάρχει μια μικρή λεπίδα, η ΖΗ, που κλείνει συρταρωτά σαν σκέπασμα κασετίνας[2], καλύπτοντας το άνοιγμα Ε. Τη λεπίδα αυτή τη συνδέουμε με μια λεπτή αλυσίδα ΗΘΚ, την οποία περνάμε γύρω από ένα μικρό άξονα, που βρίσκεται μέσα στο βωμό και στρέφεται ελεύθερα.

3 *ἐν δὲ τῷ ἀξονίῳ ἀποδεδόσθω εἰς τὴν λείαν σπάρτος· αὕτη δὲ μετὰ τὴν πορείαν ταθεῖσα ὑπὸ τῆς λείας ἐπιστρέψει τὸ ἀξόνιον καὶ παραλλάξει τὸ λεπίδιον, καὶ τῆς ἀγκύ-*

3 Στον άξονα είναι δεμένο ένα σχοινί που καταλήγει στο κινητήριο βάρος. Έτσι, όταν το αυτόματο σταματήσει την πορεία του και η θηλιά πέσει από τον πίρο, συμβαίνουν τα εξής: το σχοινί τεντώνεται

12.2 (1) *λεπίς, ἡ* / λεπίδα, φύλλο μετάλλου, έλασμα
λεπίδιον, τό / μικρή λεπίδα, μεταλλικό πλακίδιο
(2) *γλωσσοκόμος, ὁ* / κιβώτιο, θήκη, συρταρωτή κασετίνα

λης ἐκπεσούσης ἀπὸ τοῦ τύλου τὰ ἑξῆς ἐπιτελεσθήσεται. ὑποκείσθω δὲ τῷ Ε τρυπήματι λαμπτὴρ ὁ ΜΝ τὴν φλόγα ἔχων ὑποκειμένην τῷ τρυπήματι. ἐπικείσθω δέ, ὡς προείρηται, ἐν τῷ βωμῷ ὕλη δυναμένη εὐκόπως ἀνάπτεσθαι.

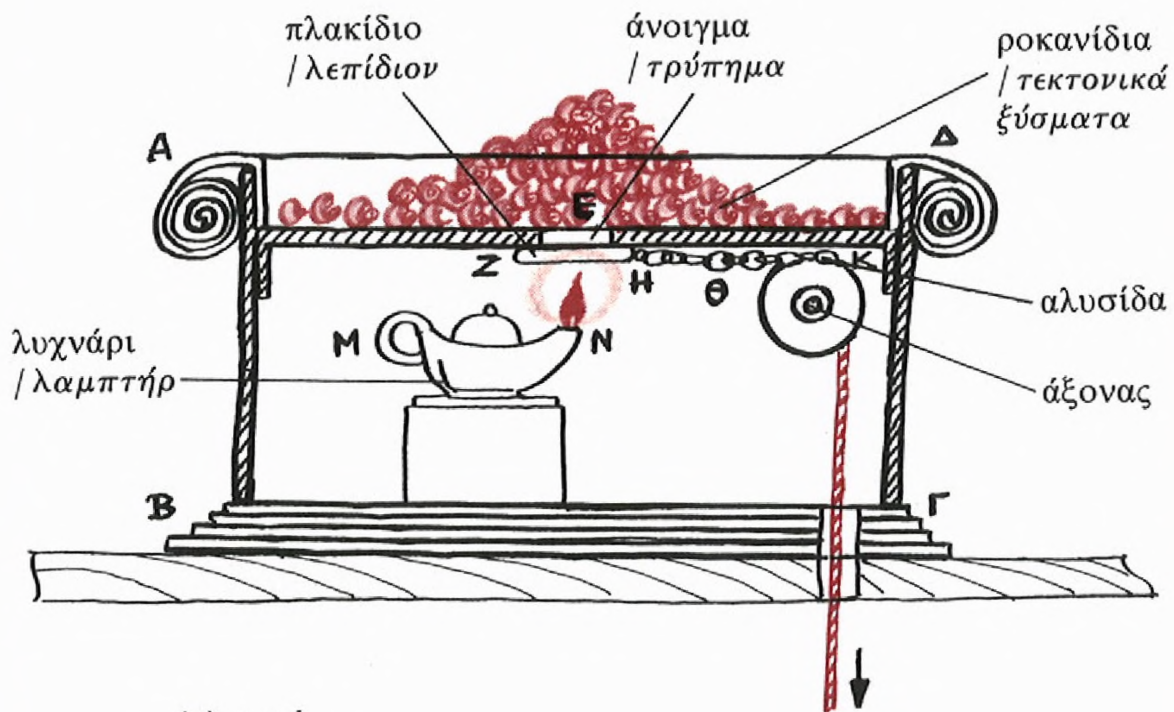
4 *μᾶλλον δὲ τῶν ἄλλων ποιεῖ τὰ τεκτονικὰ ξύσματα. ὅταν οὖν πορευόμενον τὸ πλινθίον στῇ, τότε ἡ ἐκ τοῦ ΗΘΚ ἁλυσειδίου σπάρτος ταθεῖσα ἐπισπάσεται τὸ ΖΗ λεπίδιον, ὥστε ἀνοιχθῆναι τὴν ὀπὴν καὶ τὴν φλόγα ἄνω ἐνεχθεῖσαν ἀνακαῦσαι τὸν βωμόν. τὰ δ' αὐτὰ ἐπινοείσθω καὶ ἐπὶ τοῦ ἑτέρου βωμοῦ, μόνον ὅτι τὸ τῆς σπάρτου χάλασμα μεῖζον εἶναι δεῖ τοῦ νῦν εἰρημένου, ὅπως κατὰ τὰς ἑξῆς κινήσεις ταθεῖσα ἡ σπάρτος τὴν ἑτέραν ἔξαψιν ποιήσηται.*

από το βάρος, περιστρέφει τον άξονα και μετακινεί τη λεπίδα. Κάτω από το άνοιγμα Ε βρίσκεται ένα αναμμένο φωτιστικό σκεύος, ένα λυχνάρι[1], το ΜΝ, με τη φλόγα του ακριβώς κάτω από το άνοιγμα. Πάνω στο βωμό βάζουμε, όπως αναφέραμε, ένα εύφλεκτο υλικό.

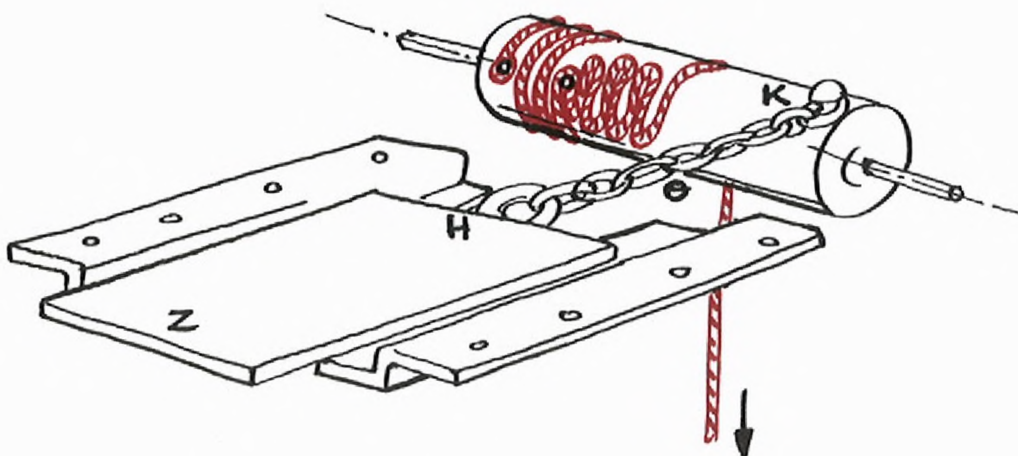
4 Καλύτερα μάλιστα απ' όλα ανάβουν τα ροκανίδια (σχ. 34).

Αφού λοιπόν κινηθεί και σταματήσει το τροχοκιβώτιο, τεντώνεται το σχοινί και η αλυσίδα ΗΘΚ, και τραβιέται η λεπίδα ΖΗ. Έτσι η τρύπα ανοίγει, η φωτιά φτάνει στο επάνω μέρος και ο βωμός ανάβει. Τα ίδια ας φανταστούμε και για τον άλλο βωμό, με τη διαφορά ότι το χαλάρωμα εδώ θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το προηγούμενο, έτσι ώστε το σχοινί να τεντωθεί και να προκαλέσει, μετά από ορισμένες κινήσεις, τη δεύτερη ανάφλεξη.

12.3 (1) *λαμπτήρ, ὁ* / λαμπτήρας, φωτιστικό σκεύος, λυχνάρι



(α) τομή



(β) Το πλακίδιο κλείνει συρταρωτά σαν σκέπασμα

σχ. 34. *Ο μηχανισμός για το αυτόματο άναμμα της φωτιάς στο βωμό*

Κεφάλαιο 13

Το υδραυλικό σύστημα για την εκροή υγρών από την κούπα και το θύρσο του Διονύσου και ο μηχανισμός περιστροφής των ειδώλων

1 *Μετὰ δὲ τὴν θυσίαν δεῖ ἐκ μὲν τοῦ θύρσου γάλα ἀναπιτυσθῆναι, ἐκ δὲ τοῦ σκύφους οἶνον.*

2 *Γίνεται οὖν καὶ τοῦτο οὕτως· ὑπὸ τοὺς πόδας τοῦ Διονύσου συμφυὴς γίνεται σωλὴν ἔχων τρυπήματα ἐν τῇ ἐπιφανείᾳ ἐγγὺς ἀλλήλων δύο, ἐκ δὲ τούτων σωληνάρια ἀνατείνοντα εἰς τὸ ἐντὸς μέρος τοῦ Διονύσου φέροντα τὸ μὲν εἰς τὸν θύρσον, τὸ δὲ εἰς τὸν σκύφον.*

3 *Ἔστω δὲ ἡ μὲν βάσις τοῦ Διονύσου ἡ* ΑΒ, *ὁ δὲ συμφυὴς τούτῳ σωλὴν ὁ* ΓΔ· *τὰ δὲ ἐν αὐτῷ τρυπήματα τὰ* Ε, Ζ· *τὰ δὲ ἐκ τούτων ἀνατείνοντα σωληνάρια τὰ* ΖΗ, ΕΘ, *τὸ μὲν* ΖΗ *εἰς τὸν θύρσον, τὸ δὲ* ΕΘ *εἰς τὸν σκύφον. ἔστω δὲ καὶ ὁ ἐπικείμενος πυρὴν τῷ ναΐσκῳ ὁ* ΚΛΜ. *ἐντὸς δὲ τούτου ἀγγεῖον ἔστω τὸ* ΝΞ *μέσον διάφραγμα ἔχον τὸ* Ο. *καὶ ἐκ μὲν τοῦ* ΝΟ *ἀγγείου φερέτω σωλὴν ὁ* ΠΡΣΤ *εἴς τινα ἕτερον σωλῆνα τὸν* ΥΦ *συνεσμηρι-*

1 Μετά τη θυσία πρέπει να αναβλύζει από το ιερό ραβδί γάλα και από την κούπα κρασί.

2 Και αυτό γίνεται ως εξής. Κάτω από τα πόδια του Διονύσου στερεώνεται ένας κυλινδρικός σωλήνας[1], που έχει στην επιφάνειά του δυο τρύπες, τη μια κοντά στην άλλη, από τις οποίες ανεβαίνουν (εύκαμπτα λεπτά) σωληνάκια στο εσωτερικό του αγάλματος του Διονύσου και καταλήγουν το ένα στο ιερό ραβδί και το άλλο στην κούπα.

3 Ας είναι λοιπόν η βάση του Διονύσου η ΑΒ, και ο στερεωμένος σ' αυτήν σωλήνας ο ΓΔ, ενώ οι τρύπες πάνω του οι Ε και Ζ. Ας είναι ακόμα τα σωληνάκια που ξεκινούν απ' αυτές τα ΖΗ και ΕΘ, όπου το ΖΗ καταλήγει στο ιερό ραβδί και το ΕΘ στην κούπα. Ας θεωρήσουμε και τη στέγη, που βρίσκεται πάνω στο μικρό ναό, την ΚΛΜ. Μέσα σ' αυτήν τοποθετούμε ένα δοχείο, το ΝΞ, με ένα διάφραγμα στη μέση, το Ο. Και από το δοχείο ΝΟ ξεκινάει ο σωλήνας ΠΡΣΤ και συνδέεται με έναν άλλο κυλινδρικό σωλήνα, τον ΥΦ, που

13.2 (1) *σωλήν, ὁ* / σωλήνας, κύλινδρος
σωληνάριον, τό / σωληνάκι

σμένον τῷ ΓΔ σωλῆνι, συμφυῆ δὲ ὄντα ἐκ τῶν ὑποκάτω μερῶν τῷ καταστρώματι, ἐφ' ὃ ὁ ναΐσκος ἐπίκειται.

4 *τὸ δὲ Τ τρύπημα κείσθω κατὰ τὸ Ε. ἐκ δὲ τοῦ ΞΟ ἀγγείου <φερέτω> ἕτερος σωλὴν ὁ ΧΨΩϚ καὶ φέρων ὁμοίως εἰς τὸν ΥΦ σωλῆνα. τὸ δὲ Ϛ τρύπημα κείσθω κατὰ τὸ Ζ. οὐκοῦν ἐάν τις ἐν μὲν τῷ ΟΝ ἀγγειδίῳ οἶνον ἐγχέῃ, ἐν δὲ τῷ ΞΟ γάλα, κειμένων τῶν Ε, Ζ τρυπημάτων κατὰ τὰ Τ, Ϛ ἐνεχθήσεται ὁ μὲν οἶνος εἰς τὸν σκύφον, τὸ δὲ γάλα εἰς τὸν θύρσον.*

5 *ἵν' οὖν στέγῃ τὰ ὑγρὰ τὸν πρότερον χρόνον, κλεὶς ἔστω ἡ ϚΤ ἀποκλείουσα, ὡς εἴρηται, τὰ ὑγρὰ δι' ἐπιτονίου τοῦ ͵Α, περὶ ὃ ἀγκύλη σπάρτου περιβεβλήσθω χάλασμα ἔχουσα καὶ ἀποδεδομένη εἰς τὴν λείαν, ὅπως κατὰ τὸν δέοντα καιρὸν ταθεῖσα ἐπιστρέψῃ τὸ ἐπιτόνιον καὶ ἐνεχθῇ τὰ ὑγρά. πάλιν δὲ ἐπιστραφέντος τοῦ Διονύσου καὶ τοῦ ἑτέρου βωμοῦ ἀνακαυθέντος, δεῖ πάλιν ῥεῦσαι τόν τε οἶνον καὶ τὸ γάλα· στρέφεσθαι δὲ οὕτως ἡμικυκλίου περιφέρεια.*

είναι προσαρμοσμένος στο σωλήνα ΓΔ και στερεωμένος στο κάτω μέρος του δαπέδου, πάνω στο οποίο στέκεται ο ναός.

4 Η τρύπα Τ βρίσκεται απέναντι από την Ε. Και από το δοχείο ΞΟ ξεκινάει άλλος σωλήνας, ο ΧΨΩϚ, και καταλήγει επίσης στο σωλήνα ΥΦ, ενώ η τρύπα Ϛ βρίσκεται απέναντι από τη Ζ.

Αν λοιπόν γεμίσει κανείς το δοχείο ΟΝ με κρασί και το δοχείο ΞΟ με γάλα, αφού οι τρύπες Ε και Ζ βρίσκονται απέναντι στις Τ και Ϛ, θα χυθεί το κρασί στην κούπα και το γάλα στο ιερό ραβδί.

5 Για να διατηρηθούν όμως τα υγρά στα δοχεία της στέγης πριν χρησιμοποιηθούν, τοποθετούμε μια βαλβίδα[1], την ϚΤ΄. Η βαλβίδα αυτή κρατάει, όπως είπαμε, τα υγρά με μια στροφιγγα[2], την Α΄, γύρω από την οποία περνάμε τη θηλιά ενός σπάγγου. Το σπάγγο τον τυλίγουμε ελεύθερα και τον συνδέουμε με το κινητήριο βάρος, έτσι ώστε την κατάλληλη χρονική στιγμή να τεντωθεί, να περιστρέψει τη στρόφιγγα και να αφήσει τα υγρά να ρεύσουν. Και όταν πάλι περιστραφεί ο Διόνυσος και ανάψει ο δεύτερος βωμός, πρέπει ξανά να τρέξει το κρασί και το γάλα. Η περιστροφή του Διονύσου γίνεται έτσι κατά ένα ημικύκλιο.

13.5 (1) *κλείς, ἡ* / βαλβίδα, βάνα
(2) *ἐπιτόνιο, τό* / α) όργανο για το τέντωμα των χορδών στους καταπέλτες ή στα έγχορδα μουσικά όργανα, εντατήρας, κουρδιστήρι, β) στροφιγγα, στριφτάρι

6 *γεγονέτω κατὰ διάμετρον τοῖς Τ,ϛ τρήμασιν ἕτερα τρήματα τὰ ,Β, ,Γ, καὶ ἐκ μὲν τοῦ ,Β φερέτω σωλὴν εἰς τὸν ΡΣ ὁ ,Β,Δ, ἐκ δὲ τοῦ ,Γ ἕτερος σωλὴν εἰς τὸν ΨΩ ὁ ,Γ,Ε. ὅταν ἄρα ἐπιστραφέντος τοῦ Διονύσου γένηται τὰ Ε, Ζ τρυπήματα κατὰ τὰ ,Β, ,Γ, καὶ πάλιν ἀνοιχθήσεται ἡ ϛ,Τ κλείς, καὶ ῥεύσει ὁμοίως ὅ τε οἶνος καὶ τὸ γάλα. ἀνοίγεται δὲ ἡ κλεὶς ἑτέρας σπάρτου ἐπισπασαμένης τὸ ἐπιτόνιον εἰς τὰ ἕτερα βάρη.*

7 *δεῖ δὲ τοὺς ΡΣ, ΨΩ σωλῆνας δι' ἑνὸς κιονίσκου τῶν ἐν τῷ ναΐσκῳ κοίλου ὄντος ἐνεχθῆναι ὑπὸ τὴν βάσιν τοῦ ναΐσκου, ὅπως ἀφανεῖς ὑπάρχωσιν. ἐπιστρέφεται δὲ ὁ Διόνυσος σὺν τῇ ἐπικειμένῃ Νίκῃ τῷ πυρῆνι οὕτως. καθείσθω ἄξων συμφυὴς ὢν τῇ Νίκῃ διὰ τοῦ πυρῆνος ὁ ,ϛ,Ζ εὐλύτως στρεφόμενος περὶ κνώδακα τὸν ,Ζ, καὶ περὶ αὐτὸν περιειληθεῖσα σπάρτος διὰ τροχίλου τοῦ ,Η ἀποδεδόσθω εἰς τὴν βάσιν τοῦ ναΐσκου καὶ διὰ τροχίλου τοῦ ,Θ εἰς τὸ ὑπερέχον τοῦ ΓΔ σωλῆνος.*

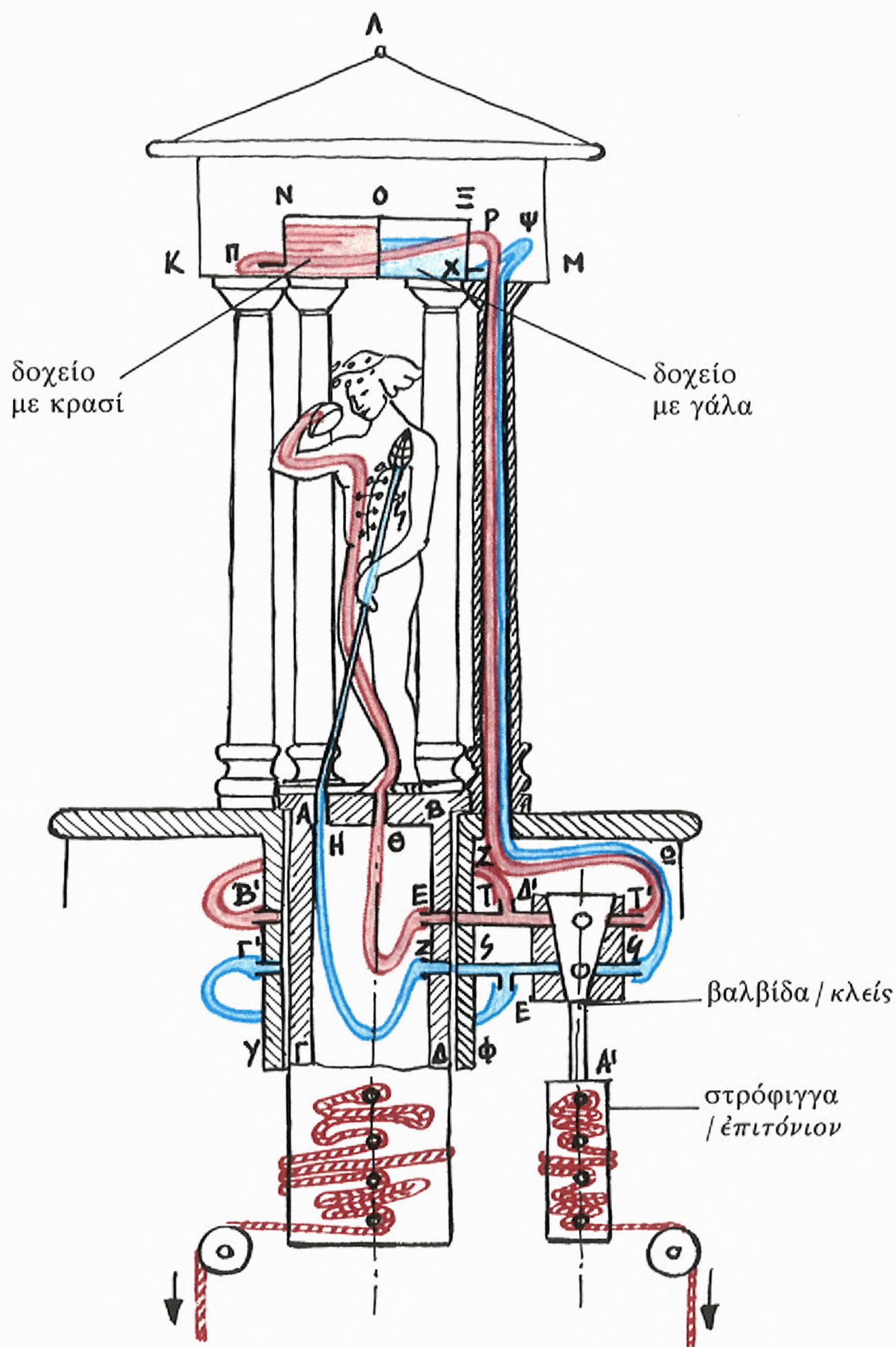
6 Αντιδιαμετρικά από τις τρύπες Τ και ϛ ανοίγουμε άλλες τρύπες, τις Β΄ και Γ΄. Και από την τρύπα Β΄ περνάει ο σωλήνας Β΄Δ΄ και συνδέεται με το σωλήνα ΡΣ, ενώ από την τρύπα Γ΄ περνάει άλλος σωλήνας, ο Γ΄Ε΄, και συνδέεται με τον ΨΩ.

Όταν λοιπόν περιστραφεί ο Διόνυσος και οι τρύπες Ε και Ζ βρεθούν απέναντι από τις Β΄ και Γ΄, θα ανοίξει πάλι η βαλβίδα ϛΤ΄ και θα ξανατρέξει κρασί και γάλα. Η βαλβίδα ανοίγει μ' ένα άλλο σχοινί, που περιστρέφει αντίστροφα τη στρόφιγγα.

7 Οι σωλήνες ΡΣ και ΨΩ πρέπει να περάσουν μέσα από ένα κούφιο κολονάκι του ναού και να μπουν κάτω από τη βάση του ναού, για να μη φαίνονται (σχ. 35).

Η περιστροφή του Διονύσου και της Νίκης, που βρίσκεται πάνω στη στέγη του ναού, γίνεται ως εξής.

Ένας άξονας, ο ϛ΄Ζ΄, ενσωματωμένος με τη Νίκη, κατεβαίνει μέσα από τη στέγη και στρέφεται ελεύθερα γύρω από έναν στροφέα, τον Ζ΄. Ένα σχοινί, τυλιγμένο γύρω από τον άξονα, καταλήγει μέσα από μια τροχαλία, την Η΄, στη βάση του ναού, και με μια άλλη τροχαλία, τη Θ΄, φθάνει στο τμήμα του σωλήνα ΓΔ που προεξέχει.



σχ. 35. *Ο μηχανισμός συγχρονισμένης εκροής υγρών*

8 *οὐκοῦν ἐὰν ἐπιστρέφῃ τις τὸν ΓΔ σωλῆνα, ἀπειλήσει τὴν περὶ τὸν ,Ϛ,Ζ ἄξονα σπάρτον καὶ ἅμα ἐπιστρέψει τὴν Νίκην καὶ τὸν Διόνυσον· ἐπὶ τὰ αὐτὰ δὲ ἔστω μέρη ἡ ἐπιστροφὴ αὐτῶν· καὶ ἴσος δὲ ἔστω κατὰ τὸ πάχος ὁ ,Ϛ,Ζ ἄξων τῷ ΓΔ σωλῆνι, ὅπως ἅμα ἀποκατασταθῶσιν ἥ τε Νίκη καὶ ὁ Διόνυσος μηδὲν παραλλάσσοντες κατὰ τὴν θέσιν. ἵνα γοῦν αὐτόματον τοῦτο γίνηται, ἐπειλήσθω ἑτέρα ἄλυσις περὶ τὴν ὑπεροχὴν τοῦ ΓΔ σωλῆνος καὶ διὰ τροχίλου τοῦ* $\overset{\text{Α}}{\text{Μ}}$ *εἰς βάρος ἀποδεδόσθω τὸ* $\overset{\text{Β}}{\text{Μ}}$.

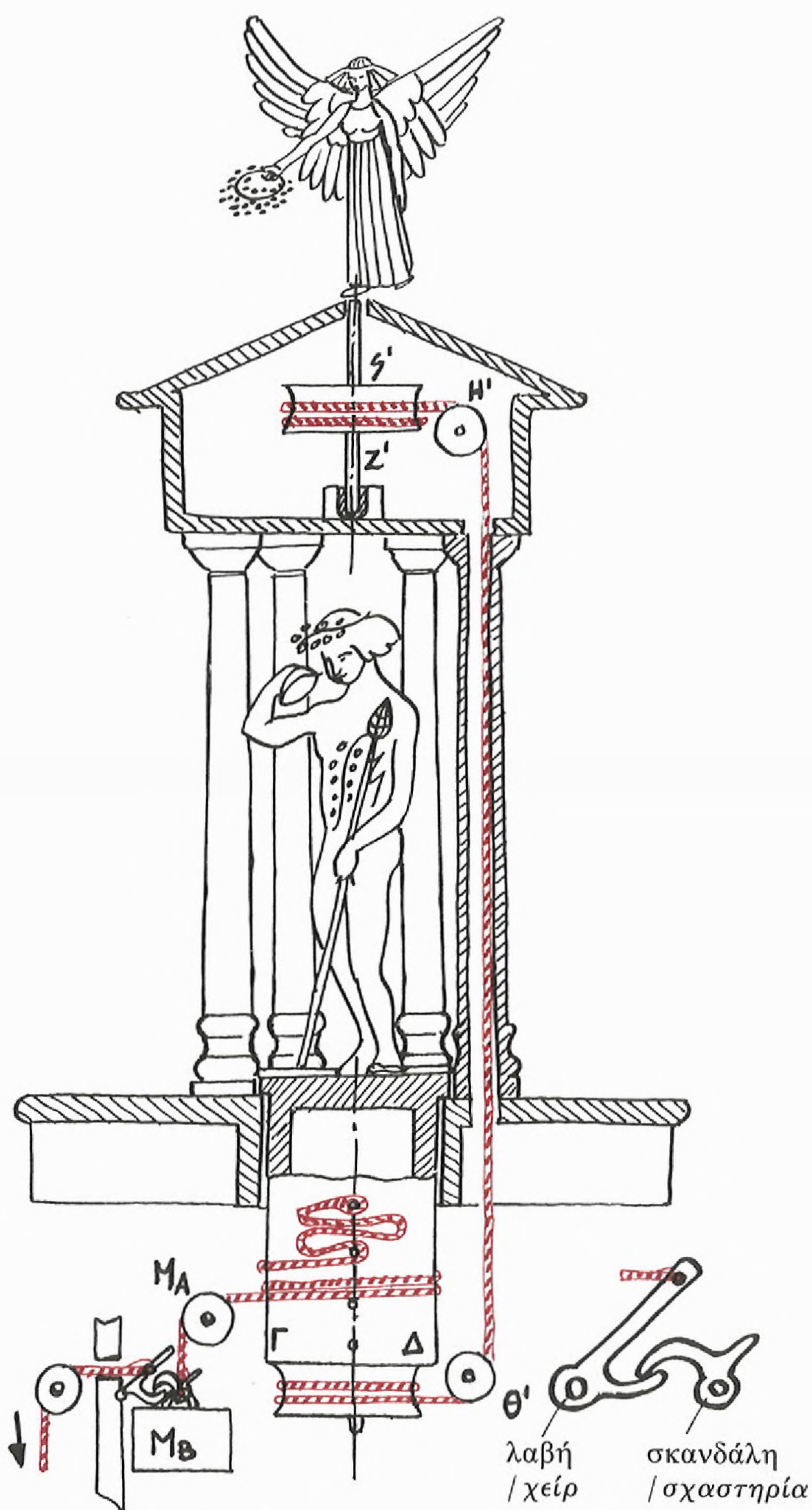
8 Αν λοιπόν κάποιος περιστρέψει το σωλήνα ΓΔ, θα ξετυλιχτεί το σχοινί που είναι τυλιγμένο γύρω από τον άξονα ϚΖ΄ και θα περιστραφούν ταυτόχρονα η Νίκη και ο Διόνυσος. Η περιστροφή των δύο μορφών γίνεται στην ίδια κατεύθυνση. Ο άξονας ϚΖ΄ έχει ίσο πάχος με το σωλήνα ΓΔ, ώστε η Νίκη και ο Διόνυσος να επιστρέφουν ταυτόχρονα στην αρχική τους θέση.

Αλλά για να γίνεται αυτόματα η κίνηση αυτή, τυλίγουμε μιαν άλλη αλυσίδα στο τμήμα του σωλήνα ΓΔ που προεξέχει και με μια τροχαλία, τη Μ$_{\text{Α}}$, τη συνδέουμε με ένα βάρος, το Μ$_{\text{Β}}$.

9 *ὁ δὲ συγκεκοινωμένος τῷ βάρει κρίκος χειρὶ κατεχέτω καὶ σχαστηρίᾳ, καθάπερ ἐπὶ τῶν καταπελτῶν γίνεται, ὅπως τῆς σχαστηρίας ἀπολυθείσης ἀπό τινος σπάρτου τὸ βάρος κατενεχθὲν ἐπιστρέψῃ τόν τε Διόνυσον καὶ τὴν Νίκην. καὶ ἡ ,Η,Θ δὲ σπάρτος δι᾽ ἑτέρου κιονίσκου κρυπτέσθω, καθάπερ καὶ ἐπὶ τῶν σωλήνων εἴρηται.*

9 Ο κρίκος που είναι συνδεδεμένος με το βάρος κρατιέται με μια λαβή[1] και μια σκανδάλη[2], όπως γίνεται στους καταπέλτες. Με το τράβηγμα ενός σχοινιού, ελευθερώνεται η σκανδάλη, πέφτει το βάρος και περιστρέφει το Διόνυσο και τη Νίκη. Το σχοινί Η΄Θ΄ είναι κρυμμένο μέσα σε ένα άλλο κολονάκι, όπως είπαμε και για τους σωλήνες (σχ. 36).

13.9 (1) *χείρ, ἡ* / χερούλι, λαβή
(2) *σχαστηρία, ἡ* / σκανδάλη, (σαν αυτή που χρησιμοποιείται στους καταπέλτες)



σχ. 36. *Ο μηχανισμός περιστροφής των ειδώλων*

Κεφάλαιο 14

Ο μηχανισμός παραγωγής ήχων από τύμπανα και κύμβαλα

1 *Μετὰ δὲ τὸ σπεῖσαι πρώτως τὸν Διόνυσον δεήσει κυμβάλων καὶ τυμπάνων κτύπον γενέσθαι.*

Γίνεται δὲ καὶ τοῦτο οὕτως· ἐν τῇ κάτω βάσει, ἐν ᾗ εἰσι καὶ οἱ τροχοί, ἀγγεῖον τίθεται ἔχον σφαιρία μολιβᾶ συρρέοντα εἰς τὸν πυθμένα. ἐν δὲ τῷ πυθμένι τρῆμα γίνεται εὐλύτως δυνάμενον δέξασθαι τὰ σφαιρία, κλειθρίον ἔχον ἀνοιγόμενον ὑπὸ τῆς σπάρτου, ὅταν δέῃ. ὑπόκειται δὲ τῷ τρήματι τυμπάνιον ἐπικεκλιμένον· καὶ τούτῳ ἐξήφθω κυμβάλιον.

2 *ἐκπίπτοντα οὖν τὰ σφαιρία κρούσει πρῶτον τὸ τυμπάνιον καὶ ἐκ τούτου ἀποπίπτοντα εἰς τὸ κυμβάλιον τὸν ἦχον ἀποτελέσει. δύναται δὲ μέσον διάφραγμα λαβὸν τὸ ἀγγεῖον δύο χώρας ποιῆσαι, ὥστε ἐν ἑκατέρᾳ εἶναι σφαιρία καὶ τὰ μὲν ἐν τῇ μιᾷ χώρᾳ τὸν πρῶτον ἦχον ἀποτελεῖν, τὰ δὲ ἐν τῇ ἑτέρᾳ τὸν ἑξῆς, κλειθρίου ὁμοίως ἀνοιχθέντος.*

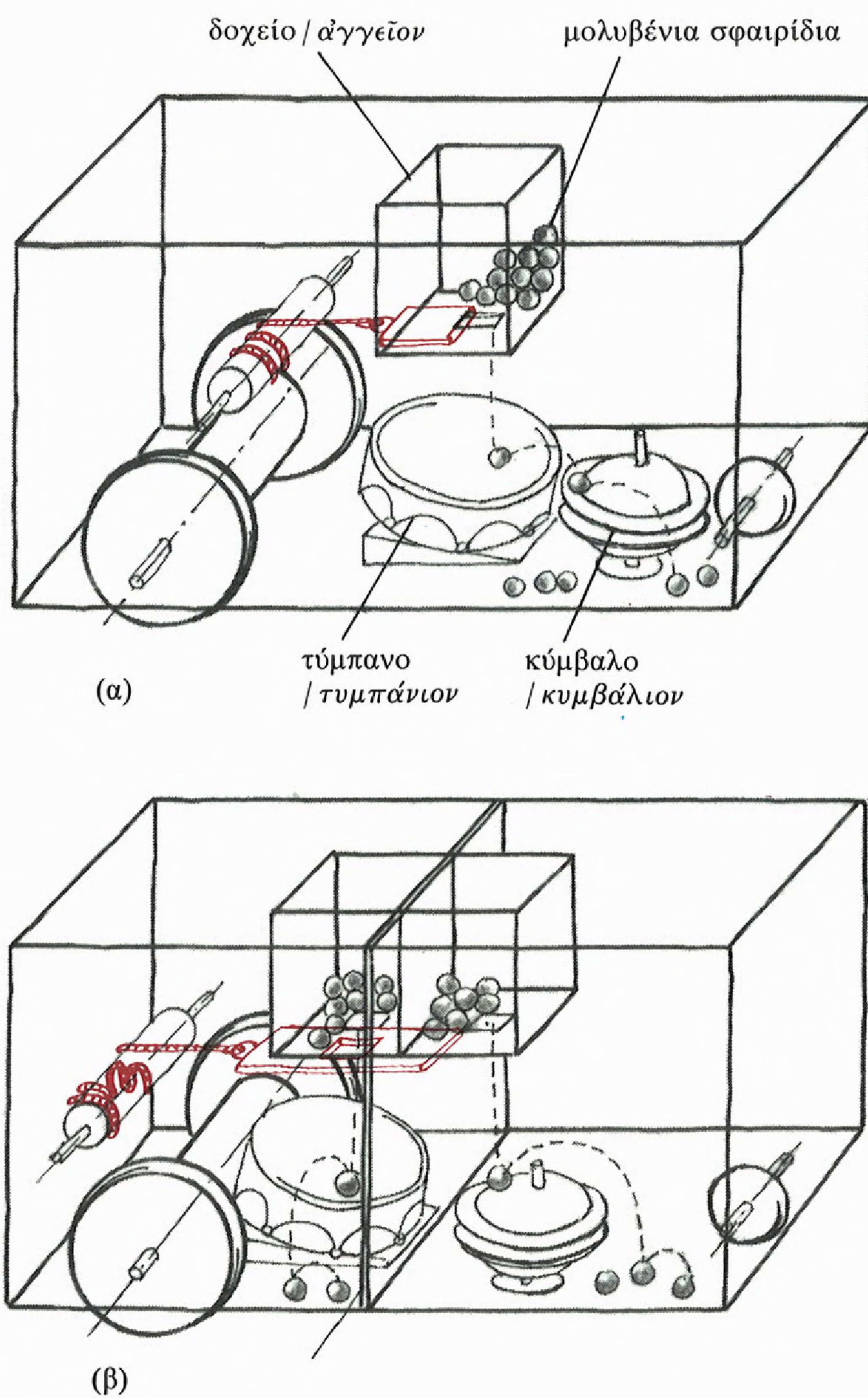
1 Μετά την πρώτη σπονδή του Διονύσου με κρασί και γάλα, πρέπει να ακουστεί ήχος από κύμβαλα και τύμπανα.

Αυτό γίνεται ως εξής. Στο κάτω μέρος της βάσης, όπου βρίσκονται οι τροχοί, τοποθετείται ένα δοχείο, στον πυθμένα του οποίου είναι μαζεμένα μολυβένια σφαιρίδια. Στον ίδιο πυθμένα ανοίγουμε μια τρύπα(1), απ' όπου με ευχέρεια μπορούν να περνάνε τα σφαιρίδια, και την οποία καλύπτουμε με ένα σύρτη, που ανοίγει με ένα σχοινί όταν χρειαστεί. Κάτω από την τρύπα βρίσκεται ένα μικρό επικλινές τύμπανο και κολλητά δίπλα του ένα μικρό κύμβαλο.

2 Μόλις πέσουν λοιπόν τα σφαιρίδια, κτυπούν πρώτα το τύμπανο και απ' αυτό πέφτουν στο κύμβαλο και προκαλούν τον ήχο (σχ. 37α).

Μπορούμε ακόμα να χωρίσουμε το δοχείο στη μέση με ένα διάφραγμα, να σχηματίσουμε έτσι δύο χώρους και να τοποθετήσουμε και στους δύο σφαιρίδια. Όταν ανοίξουμε τότε, όπως παραπάνω, το σύρτη, τα σφαιρίδια που είναι στον ένα χώρο θα προκαλέσουν τον πρώτο ήχο (του τυμπάνου), ενώ αυτά που είναι στον άλλο χώρο θα προκαλέσουν τον επόμενο ήχο (του κυμβάλου) (σχ. 37β).

14.1 (1) *τρῆμα, τό* / άνοιγμα, τρύπα, οπή



σχ. 37. *Ο μηχανισμός παραγωγής ήχων από τύμπανα και κύμβαλα*

Κεφάλαιο 15

Ο μηχανισμός για το στεφάνωμα του περιστύλιου

1 Ἑξῆς δὲ δεῖ τὸ περιστύλιον στεφανωθῆναι τὸ ἐν τῇ βάσει.

2 Γίνεται δὲ οὕτως· νοείσθω τὸ θωράκιον τὸ ἐπικείμενον ἐν τῷ τετραστύλῳ τὸ ΑΒΓΔ ἔχον ἐντὸς ἕτερον θωράκιον τὸ ΕΖΗΘ, ὥστε τὴν μεταξὺ τῶν δύο χώραν θωρακίων κενὴν ἐκ τοῦ κάτω μέρους ὑπάρχειν. γενηθὲν δὲ πλέγμα ἐκ στεφάνων τετραγώνων πλοκῇ οἵᾳ ἐάν τις βούληται καὶ πρὸς τὴν ὄψιν εὐαρμόστως καὶ τοῦτο πτυγὲν ἐγκρύπτεται εἰς τὸν εἰρημένον μεταξὺ τῶν θωρακίων τόπον τὰς ἄνω ἀρχὰς ἐξημμένας ἔχον ἐκ τοῦ θωρακίου.

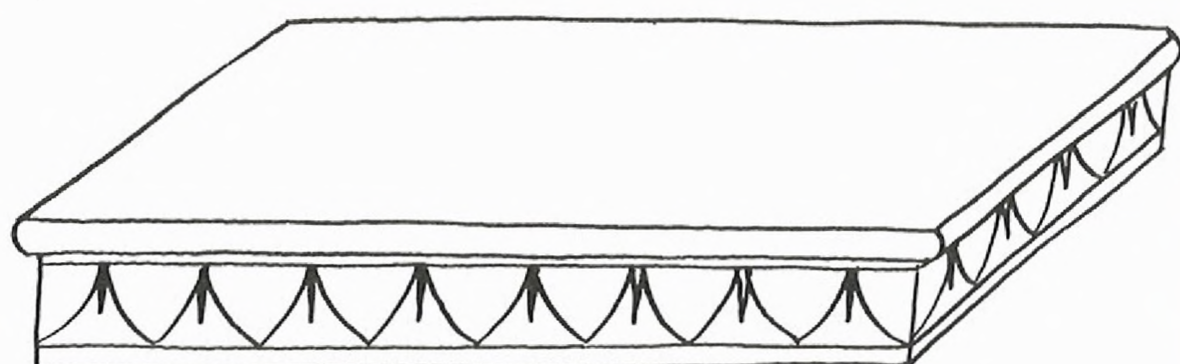
3 καὶ ἵνα μὴ αὐτόματον καταφέρηται, σανίδιον ἐπίμηκες ἁρμόζον τῷ μεταξὺ τῶν θωρακίων τόπῳ καθ᾽ ἑκάστην πλευρὰν τοῦ θωρακίου γίνεται, ὥστε ἐπιπωμάσαι τὸ πλέγμα καὶ συσχεῖν εἰς τὸ ἄνω μέρος. ἵνα δὲ μὴ αὐτόματα τὰ σανίδια ἀποπίπτῃ, ἐκ τῆς μιᾶς πλευρᾶς τῆς εἰς τὸ ἐντὸς τοῦ θωρακίου μέρος στροφωμάτια εὔλυτα λαμβάνει, ἵνα ὅταν ἐπιπωμασθῇ, ἐκ τοῦ ἑτέρου μέρους ἐπιστρεπτῷ κό-

1 Στη συνέχεια πρέπει να στεφανωθεί το περιστύλιο, που βρίσκεται στη βάση.

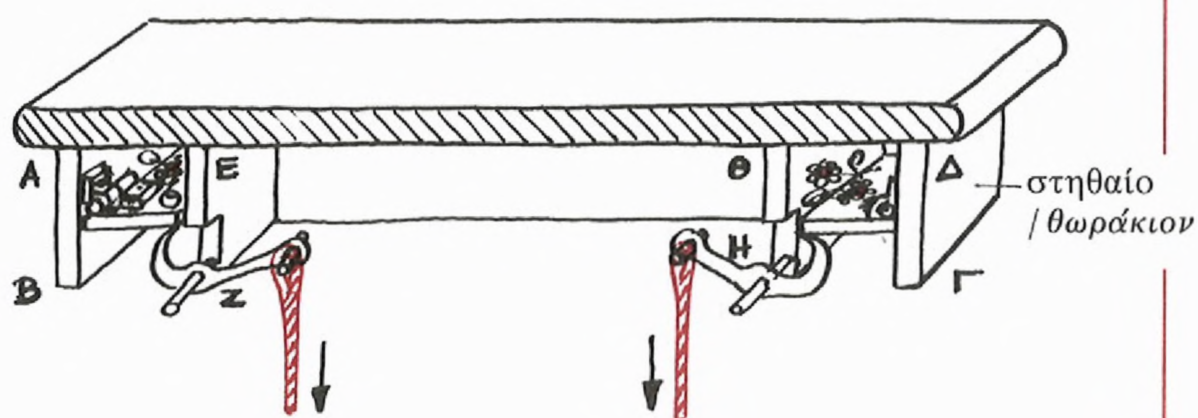
2 Αυτό γίνεται ως εξής. Θεωρούμε το στηθαίο ΑΒΓΔ, που είναι πάνω από τους τέσσερις στύλους. Μέσα από το στηθαίο αυτό υπάρχει άλλο στηθαίο, το ΕΖΗΘ, έτσι ώστε ο χώρος μεταξύ των δύο στηθαίων να είναι ανοιχτός από το κάτω μέρος.

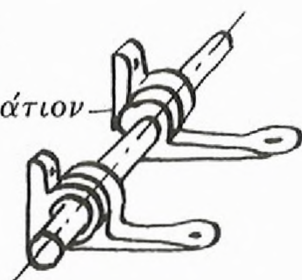
Κατασκευάζουμε ένα τετράγωνο πλέγμα από στεφάνια λουλουδιών, πλέκοντάς τα όπως θέλουμε, αρκεί να είναι ωραία στην όψη. Και αφού τα συμπτύξουμε, τα κρύβουμε στο χώρο που αναφέραμε ανάμεσα στα δύο στηθαία, και κρεμάμε τις πάνω άκρες τους μέσα στο στηθαίο.

3 Για να μην πέφτουν τα στεφάνια από μόνα τους, τοποθετούμε σε κάθε πλευρά του στηθαίου ένα στενόμακρο σανίδι, που εφαρμόζει στο χώρο ανάμεσα στα δύο στηθαία, έτσι ώστε να καλύπτει το πλέγμα και να το συγκρατεί στο επάνω μέρος. Αλλά, για να μην πέφτουν και τα σανίδια από μόνα τους, τοποθετούμε σ' αυτά, από τη μία πλευρά προς το εσωτερικό του στηθαίου, ευκίνητους μεντεσέδες[1], έτσι ώστε, όταν τα σανίδια καλύπτουν το άνοιγμα, και συγκρατούνται από το άλλο μέρος











σχ. 38. *Ο μηχανισμός για το στεφάνωμα του περιστύλιου*

ρακι κατέχηται, ὥστε μὴ ἀνοίγεσθαι.
4 *ἐκ δὲ τοῦ ἑτέρου μέρους τοῦ κόρακος ἀγκύλη σπάρτου περιτίθεται, ἥτις ταθείσης τῆς σπάρτου καὶ τοῦ κόρακος ἐπιστραφέντος ἀποπίπτει. καὶ οὕτως τὸ πλέγμα καθίεται. ἕξει δὲ τὸ πλέγμα εἰς τὰ κάτω μέρη βαρύλλια μολιβᾶ ἐκδεδεμένα πρὸς τὸ ταχέως καταφέρεσθαι.*

με ένα περιστρεφόμενο γάντζο[2], να μην ανοίγουν.
4 Από την άλλη μεριά του γάντζου περνάμε τη θηλιά ενός σχοινιού, που πέφτει, όταν τεντωθεί το σχοινί και περιστραφεί ο γάντζος. Έτσι (ανοίγουν τα σανίδια και) πέφτει το πλέγμα. Και για να κατεβαίνει το πλέγμα γρήγορα, έχει δεμένα στο κάτω μέρος μικρά μολυβένια βαρίδια (σχ. 38).

15.3 (1) *στρόφωμα, τό / στροφωμάτιον, τό* / στροφέας, στρόφιγγα, άξονας περιστροφής, μεντεσές
(2) *κόραξ, ὁ* / άγκιστρο, γάντζος, μάνδαλο

Κεφάλαιο 16

Ο χορός των Βακχών

1 *Τὸ λοιπὸν δὲ δὴ καταλείπεται ὑποδεῖξαι, πῶς αἱ Βάκχαι χορεύουσι κατὰ τὸν δέοντα καιρόν.*

Γίνεται οὖν καὶ τοῦτο οὕτως· ὁ ναΐσκος ὁ στρογγύλος, ἐν ᾧ ἐστιν ὁ Διόνυσος, στυλοβάτην ἐχέτω στρογγύλον καὶ λεῖον κατὰ τὸ ὕψος. ἔστω οὖν οὗτος ὁ ΑΒΓΔ· *περὶ δὲ τοῦτον περικείσθω ἴτυς ἡ* ΕΖΗΘΚΛΜΝ *ἁρμοστὴ τῷ στυλοβάτῃ, ὥστε εὐλύτως περὶ αὐτὸν στρέφεσθαι.*

2 *περὶ δὲ τὸν κρόταφον τῆς* ΚΛΜΝ *περιφερείας ἐντετορνεύσθω σωλήν, ἐν ᾧ σπάρτος ἐπειληθεῖσα ἐγκεκοιμίσθω εἰς τὸ βάθος τοῦ σωλῆνος, ἧς ἡ μὲν μία ἀρχὴ κεκρούσθω δι' ἐπιούρου εἰς τὸ βάθος τοῦ σωλῆνος, ὥστε μηκέτι ἐκσπᾶσθαι.*

3 *ἡ δὲ ἑτέρα διὰ τροχίλου ἀποδεδόσθω εἰς τὸ κάτω μέρος τοῦ θωρακίου καὶ ἐπειλήσθω εἰς ἕτερον σωλῆνα ἐνόντα ἐν τῷ τυμπάνῳ, ᾧ συμφυὴς ἔστω*

1 Αυτό που μένει είναι να δείξουμε πώς χορεύουν οι Βάκχες την κατάλληλη χρονική στιγμή.

Γίνεται λοιπόν και τούτο ως εξής. Ο στρογγυλός μικρός ναός, μέσα στον οποίο είναι το άγαλμα του Διονύσου, έχει ένα βάθρο των στύλων, ένα στυλοβάτη[1], στρογγυλό και λείο κατά το ύψος του. Ας είναι ΑΒΓΔ ο στυλοβάτης αυτός. Γύρω του τοποθετούμε ένα δακτύλιο[2], τον ΕΖΗΘΚΛΜΝ, προσαρμοσμένο στο στυλοβάτη, έτσι ώστε να περιστρέφεται ελεύθερα γύρω απ' αυτόν.

2 Στο μέτωπο της περιφέρειας ΚΛΜΝ επεξεργαζόμαστε στον τόρνο μια σωληνοειδή αύλακα[1]. Στο βάθος της αύλακας τυλίγουμε ένα σχοινί και στερεώνουμε τη μια του άκρη με μια σφήνα, για να μην ξεπιάνεται.

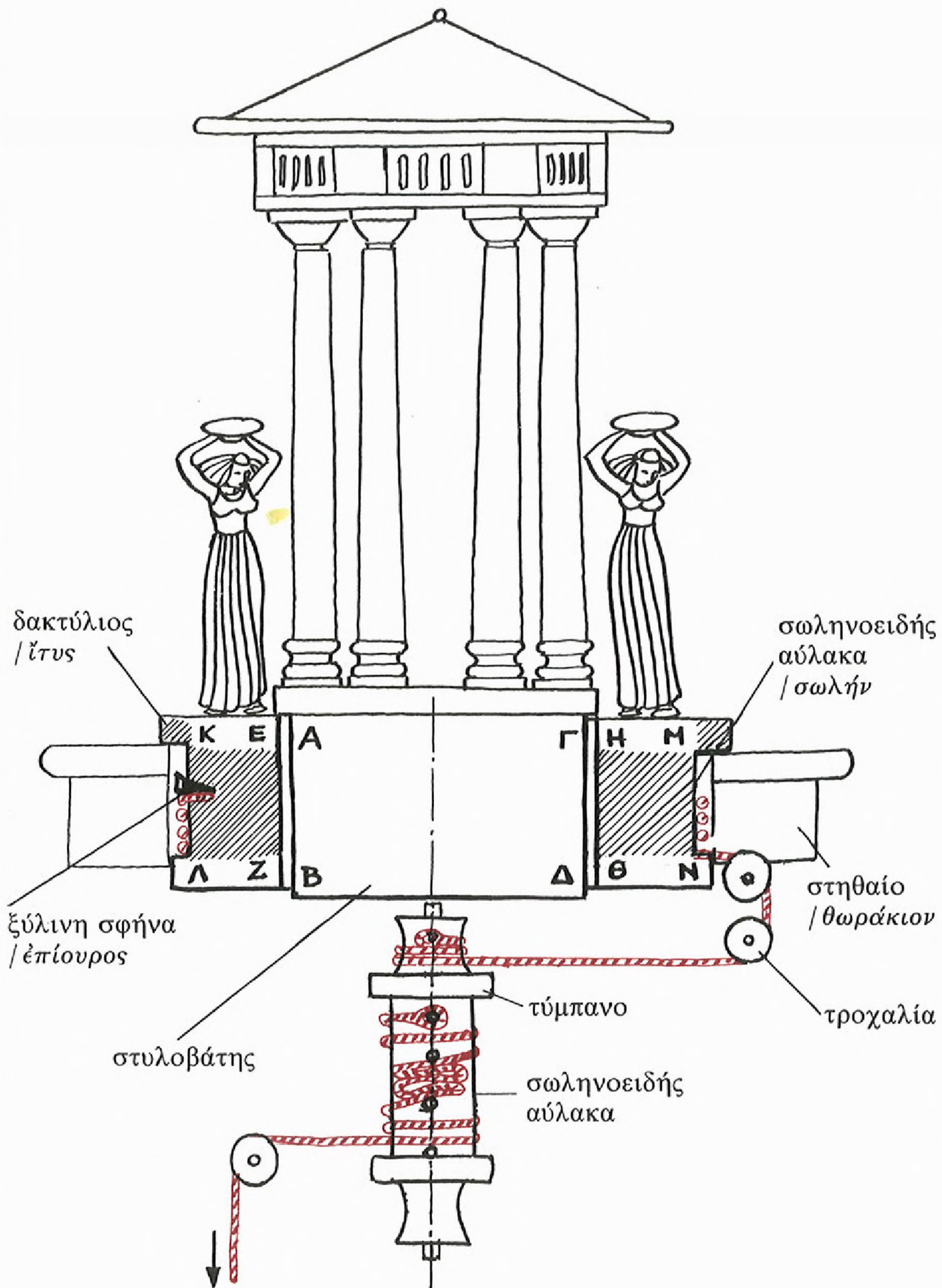
3 Η άλλη άκρη του σχοινιού φθάνει στο κάτω μέρος του στηθαίου μέσω μιας τροχαλίας και τυλίγεται σε μιαν άλλη σωληνοειδή αύλακα, χαραγμένη μέσα στο τύμπανο[1], όπου

16.1 (1) *στυλοβάτης, ὁ* / βάθρο των στύλων, υπόβαθρο, στυλοβάτης
(2) *ἴτυς, ἡ* / δακτύλιος, κυκλικό στεφάνι συνήθως φτιαγμένο από ιτιά, για να είναι γερό, (χρησιμεύει στην κατασκευή τροχών ή ασπίδων)
16.2 (1) *σωλήν, ὁ* / σωληνοειδής αύλακα, κυλινδρική εσοχή
16.3 (1) *τύμπανον, τό* / τύμπανο, κύλινδρος

ἄξων εὐλύτως στρεφόμενος· τῷ δὲ ἄξονι περιειλήσθω ἑτέρα σπάρτος καὶ ἀποδεδόσθω εἰς τὴν λείαν. συμβήσεται οὖν ταθείσης τῆς περὶ τὸν ἄξονα σπάρτου ἐπειλεῖσθαι ἐπὶ τὸ συμφυὲς αὐτῷ τύμπανον τὴν ἐκ τῆς ἴτυος σπάρτον καὶ οὕτως χορεύειν τὰς Βάκχας. *ἐπεὶ οὖν δὶς αὐτὰς δεῖ χορεῦσαι, ἔχει χάλασμα διαμεμηρυμένον ἡ περὶ τὸν ἄξονα σπάρτος, ὅπως στάσις γένηται τῶν* Βακχῶν *διὰ τοῦ χαλάσματος. ταθείσης δὲ αὐτῆς πάλιν χορεύσουσιν· ἐπικείσονται γὰρ τῇ εἰρημένῃ ἴτυι αἱ* Βάκχαι.

είναι ενσωματωμένος ένας ελεύθερα περιστρεφόμενος άξονας. Σ' αυτόν τον άξονα τυλίγουμε άλλο σχοινί, που το συνδέουμε με το αντίβαρο.

Αρχικά λοιπόν τεντώνεται το σχοινί που είναι τυλιγμένο γύρω από τον άξονα. Έπειτα τυλίγεται, γύρω από το τύμπανο που είναι ενσωματωμένο σ' αυτόν, το σχοινί από το δακτύλιο. Και έτσι αρχίζουν να χορεύουν οι Βάκχες. Επειδή όμως θα πρέπει να χορέψουν δύο φορές, το σχοινί που είναι τυλιγμένο γύρω από τον άξονα έχει ενδιάμεσα ελεύθερα τυλίγματα. Τα ελεύθερα αυτά τυλίγματα έχουν σαν αποτέλεσμα οι Βάκχες να σταματήσουν το χορό και να τον ξαναρχίσουν όταν τεντωθεί πάλι το σχοινί. Γιατί οι Βάκχες στέκονται πάνω στο δακτύλιο που αναφέραμε (σχ. 39).



σχ. 39. *Ο μηχανισμός για την περιστροφή των Βακχών*

Κεφάλαιο 17

Η κάλυψη των σχοινιών

1 Ὅσαι δὲ σπάρτοι ἐκ τῆς κάτω βάσεως εἰς τὴν λείαν ἀποδίδονται, δεῖ ταύτας ἀφανεῖς ὑπάρχειν.

Γίνεται οὖν καὶ τοῦτο οὕτως· ἔστω γὰρ τὸ στόμα τῆς σύριγγος, ἐν ᾗ ἐστιν ἡ λεία, τὸ ΑΒΓΔ, καὶ καθείσθω διὰ τοῦ ἐν τῇ σύριγγι στόματος διάφραγμα κατὰ τὴν ΕΖ εὐθεῖαν ἀπολαμβάνον τὸ ΔΕ διάστημα ὅτι στενότατον.

2 ἡ μὲν οὖν κέγχρος ἐμβληθήσεται εἰς τὴν ΕΒ χώραν, αἱ δὲ σπάρτοι ἐκ τοῦ κάτωθεν μέρους ἀνενεχθήσονται εἰς τὴν ΓΔΕΖ χώραν καὶ ἀποδοθήσονται εἰς τὴν λείαν τὴν ἐν τῇ ΑΒΖΕ χώρᾳ διὰ τροχίλου· οὕτως γὰρ ἀφανεῖς ἔσονται πᾶσαι αἱ κάτωθεν ἀναφερόμεναι σπάρτοι. ἐπεὶ οὖν πολλῶν κινήσεων γινομένων καὶ τῆς τοῦ πλινθίου πορείας πολλῆς ὑπαρχούσης ἀνάγκη μὴ ἐξαρκεῖν τὸ τῆς σύριγγος ὕψος, δεῖ καὶ τοῦτο μηχανήσασθαι.

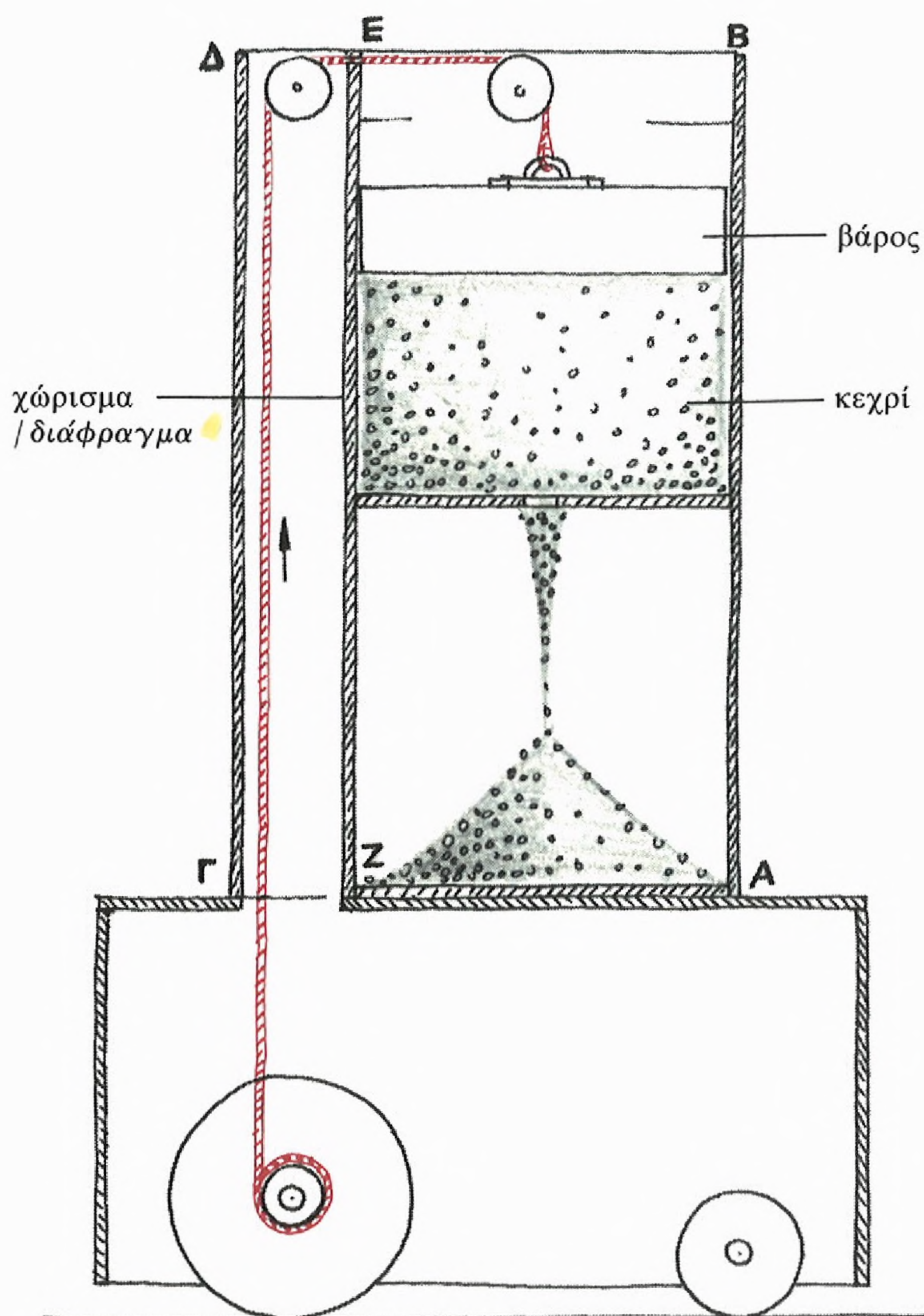
1 Όσα σχοινιά προέρχονται από το κάτω μέρος της βάσης και συνδέονται με το αντίβαρο, πρέπει να μη φαίνονται.

Αυτό γίνεται ως εξής. Ας θεωρήσουμε το άνοιγμα[1] ΑΒΓΔ του θαλάμου, στον οποίο βρίσκεται το βάρος. Μέσα στο άνοιγμα αυτό τοποθετούμε ένα χώρισμα[2] κατά την ευθεία ΕΖ, σε πολύ μικρή απόσταση ΔΕ από το τοίχωμα του θαλάμου.

2 Το κεχρί το ρίχνουμε λοιπόν στο χώρο ΕΒ, ενώ τα σχοινιά από το κάτω μέρος ανεβαίνουν από το χώρο ΓΔΕΖ και συνδέονται μέσω μιας τροχαλίας με το βάρος, που βρίσκεται στο χώρο ΑΒΖΕ. Έτσι δεν θα φαίνεται κανένα από τα σχοινιά που ανεβαίνουν από κάτω (σχ. 40).

Επειδή όμως γίνονται πολλές κινήσεις και η πορεία του τροχοκιβώτιου είναι μεγάλη, θα πρέπει η κατασκευή να γίνει με τέτοιο επιδέξιο τρόπο[1], ώστε να επαρκέσει το ύψος του θαλάμου.

17.1 (1) *στόμα, τό* / άνοιγμα
(2) *διάφραγμα, τό* / χώρισμα
17.2 (1) *μηχανάομαι,* (μέλλ.) *μηχανήσομαι* / κατασκευάζω με τέχνη και επιδεξιότητα



σχ. 40. *Η κατασκευή για την κάλυψη των σχοινιών*

3 *πρὸς μὲν οὖν τὸ μῆκος τῆς πορείας δύνανται οἱ περὶ τὸν ἄξονα δύο τροχοὶ αὐξανόμενοι πολὺ μῆκος παρέχειν ἢ τὸ τοῦ ἄξονος πάχος ἔλασσον γινόμενον· ἅπαξ γὰρ τοῦ ἄξονος στραφέντος κινηθήσεται τὸ πλινθίον τηλικαύτην ὁδὸν ἡλίκη ἐστὶν ἡ τοῦ ἑνὸς τροχοῦ περιφέρεια. διὸ εὐλόγως μείζονας αὐτοὺς δεῖ πειρᾶσθαι ποιεῖν.*

3 Σε ό,τι αφορά λοιπόν το μήκος της πορείας, είναι δυνατόν να πετύχουμε μεγάλο μήκος μεγαλώνοντας τους δύο τροχούς του κινητήριου άξονα ή ελαττώνοντας τη διάμετρο(1) του άξονα. Γιατί όταν περιστραφεί ο άξονας, το τροχοκιβώτιο θα κινηθεί κατά τόση απόσταση, όση είναι η περίμετρος(2) του ενός τροχού. Λογικό είναι λοιπόν να προσπαθήσει κανείς να κάνει τους τροχούς όσο το δυνατόν μεγαλύτερους.

17.3 (1) *πάχος, τό* / διάμετρος του κύκλου
(2) *περιφέρεια, ἡ* / περίμετρος του κύκλου

Κεφάλαιο 18

Ο πολλαπλασιασμός των στροφών κατά τη μετάδοση της κίνησης

1 *Οὐ μὴν ἀλλὰ καὶ οὕτως δυνατόν ἐστι.*

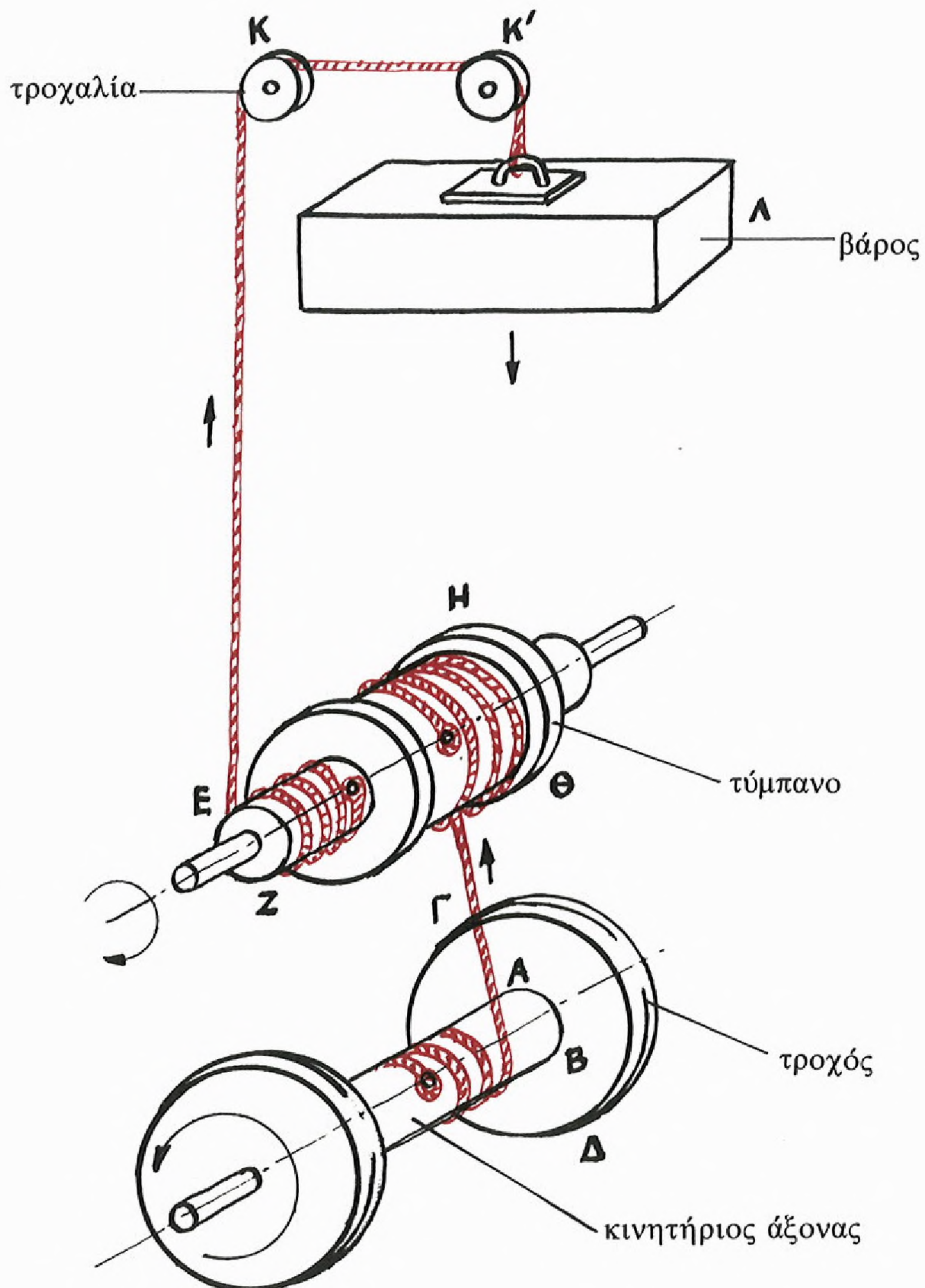
Νοείσθω γὰρ τὸ τοῦ ἄξονος πάχος τὸ AB, *ἡ δὲ τοῦ συμφυοῦς αὐτῷ τροχοῦ περιφέρεια ἡ* ΓΔ, *καὶ ὑπερκείσθω ἕτερος ἄξων ἐν κνώδαξιν εὐλύτως στρεφόμενος, οὗ τὸ πάχος ἔστω τὸ* EZ. *τούτῳ δὲ συμφυὲς ἔστω τύμπανον τὸ* HΘ. *καὶ περὶ μὲν τὸν* AB *ἄξονα σπάρτος περιειληθεῖσα ἀποδεδόσθω περὶ τὸ* HΘ *τύμπανον. ἐκ δὲ τοῦ* EZ *ἄξονος ἑτέρα σπάρτος ἐκδεθεῖσα καὶ ἐπειληθεῖσα ἀποδεδόσθω διὰ τροχίλου τοῦ* K *εἰς τὴν ἐν τῇ σύριγγι λείαν τὴν* Λ.

2 *συμβήσεται οὖν ἅπαξ στραφέντος τοῦ* EZ *ἄξονος ὀλίγον μὲν μέρος τῆς σύριγγος κενοῦσθαι, τοσοῦτον ὅση ἐστὶν ἡ τοῦ* EZ *ἄξονος περιφέρεια, τὴν δὲ ἐκ τοῦ* AB *ἄξονος σπάρτον ἅπαξ ἐπειλῆσαι τὸ* HΘ *τύμπανον μεῖζον ὂν τοῦ* AB *ἄξονος, ὥστε πλεονάκις τὸν* AB *ἄξονα στραφῆναι σὺν τῷ* ΓΔ *τροχῷ καὶ διὰ τοῦτο πολὺ μῆκος τῆς πορείας γίνεσθαι.*

1 (Η επιμήκυνση της πορείας) μπορεί όμως να γίνει και με τον εξής τρόπο.

Ας θεωρήσουμε ότι είναι AB η διάμετρος του κινητήριου άξονα και ΓΔ η διάμετρος του ενσωματωμένου σ' αυτόν τροχού. Θεωρούμε ακόμη ότι πάνω από τον κινητήριο άξονα βρίσκεται άλλος άξονας, που περιστρέφεται ελεύθερα στα σημεία έδρασης και περιστροφής του και έχει διάμετρο EZ. Ενσωματωμένο στον άξονα αυτόν θεωρούμε το τύμπανο HΘ. Γύρω από τον άξονα AB τυλίγουμε ένα σχοινί και το συνδέουμε με το τύμπανο HΘ. Και στον άξονα EZ δένουμε άλλο σχοινί, το τυλίγουμε και το συνδέουμε, μέσα από την τροχαλία K, με το βάρος Λ στο θάλαμο.

2 Όταν λοιπόν στραφεί μια φορά ο άξονας EZ, μόνο ένα μικρό τμήμα του θαλάμου θα αδειάσει, τόσο όση είναι η περίμετρος του άξονα EZ. Το σχοινί από τον άξονα AB θα τυλιχθεί τότε μία φορά γύρω από το τύμπανο HΘ. Το τύμπανο όμως αυτό έχει μεγαλύτερη διάμετρο από τον άξονα AB, με αποτέλεσμα ο άξονας AB μαζί με τον τροχό ΓΔ να στραφούν περισσότερες φορές και έτσι να μεγαλώσει το μήκος της πορείας (σχ. 41).



σχ. 41. *Ο μηχανισμός πολλαπλασιασμού των στροφών για την επιμήκυνση της πορείας*

3 *εἰδέναι μέντοι χρή, ὅτι μείζονος λείας προσδεῖται διὰ τὸ τοὺς μείζονας κύκλους ὑπὸ τῶν ἐλασσόνων κινεῖσθαι· ταῦτα γὰρ διὰ τῶν μοχλίων δὴ ἔστι. καὶ τὰς ἄλλας δὲ τὰς ἔξωθεν τῆς πορείας κινήσεις δυνατόν ἐστι μεγάλας οὔσας διὰ μικρῶν διαστημάτων ἐπιτελεῖσθαι·*

4 *ἐὰν γὰρ ἡ κινοῦσα τὸ ὄργανον τοῦ Διονύσου σπάρτος περὶ μείζονας κύκλους ἀποδιδῶται, ἡ δὲ εἰς τὴν λείαν περὶ ἐλάσσονας ἄξονας καὶ συμφυεῖς ὄντας τῷ μείζονι, καθάπερ καὶ ἐπὶ τῆς πορείας ὑπεδείξαμεν.*

3 Πρέπει να γνωρίζουμε πάντως, ότι εδώ χρειάζεται μεγαλύτερο κινητήριο βάρος, γιατί οι μεγαλύτεροι κύκλοι κινούνται από τους μικρότερους[1]. Και αυτό είναι δυνατόν λόγω των ροπών[2] που προκαλούνται. Και οι άλλες, οι εκτός πορείας κινήσεις, είναι δυνατόν να μεγαλώσουν, επιτυγχάνοντας μεγάλες μετατοπίσεις με μικρές μετακινήσεις (των σχοινιών).

4 Έτσι μπορεί σαν παράδειγμα το σχοινί που κινεί το μηχανισμό του Διονύσου να συνδεθεί με άξονες μεγαλύτερης διαμέτρου και το σχοινί που καταλήγει στο βάρος να είναι τυλιγμένο γύρω από λεπτότερους άξονες, ενσωματωμένους σε μεγαλύτερους, όπως δείξαμε και στην περίπτωση της πορείας.

18.3 (1) (Οι κινητήριοι άξονες έχουν μικρότερες διαμέτρους από τους κινούμενους. Έτσι απαιτώνται μεγαλύτερες κινητήριες ροπές.)
(2) *μοχλίον, τό* / μικρός μοχλός (που προκαλεί ροπή)

Κεφάλαιο 19

Ανεξάρτητοι μηχανισμοί κίνησης

1 *Δύναται δὲ καὶ ἄλλως ἥ τε ἐπιπορεία καὶ ἡ ἀποπορεία γίνεσθαι καὶ αἱ ἔξωθεν τῆς πορείας κινήσεις.*

Ἔστω γὰρ τὸ τῆς σύριγγος στόμα τὸ ΑΒΓΔ διαπεφραγμένον δυσὶ διαφράγμασι δι' ὅλου τοῦ ὕψους τῆς σύριγγος τοῖς κατὰ τὰς ΕΖ, ΗΘ εὐθείας, ὥστε διὰ τοῦ μεταξὺ τόπου τῶν διαφραγμάτων τὰς κάτω σπάρτους ἀναφέρεσθαι καὶ ἀποδίδοσθαι εἰς τὰς λείας.

2 *ἡ μὲν οὖν ἐν τῇ ΑΒΕΖ σύριγγι λεία τήν τε ἐπιπορείαν ποιήσεται καὶ τὴν ἀποπορείαν, ἡ δὲ ἐν τῇ ΗΘΓΔ τὰς ἄλλας κινήσεις οὕτως· ἔστω γὰρ τὸ μὲν ἐν τῷ πυθμένι τῆς ΑΒΕΖ σύριγγος τρῆμα, δι' οὗ ἡ κέγχρος ἐκρέει, τὸ Κ, τὸ δὲ ἐν τῇ ΗΘΓΔ τὸ Λ. ἑκατέρῳ δὲ κλειθρίον γεγονέτω δυνάμενον εὐκόπως παράγεσθαι.*

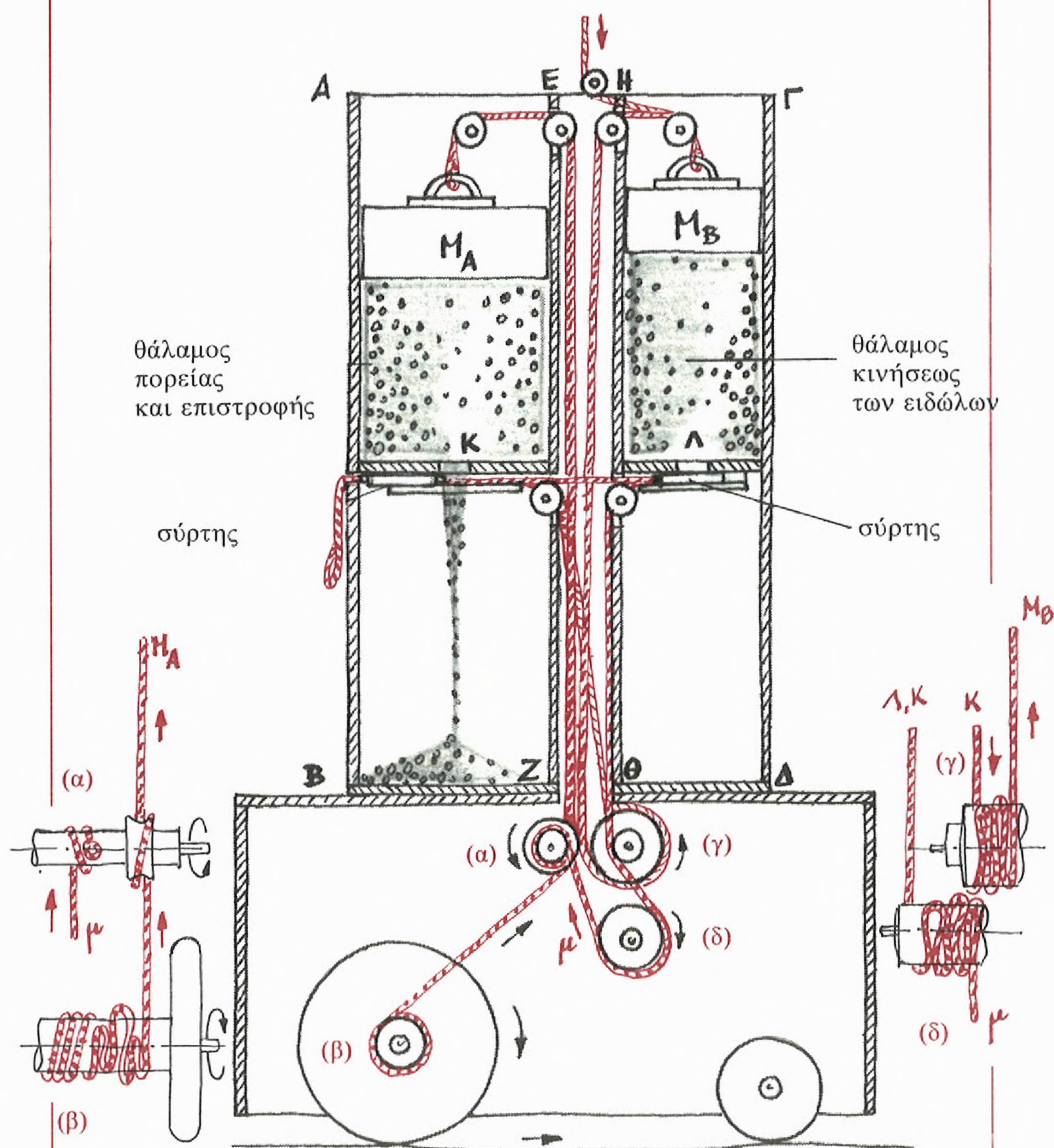
3 *ὅταν οὖν μέλλῃ πορεύεσθαι τὸ πλινθίον, παράξομεν τὸ τοῦ Κ τρυπήματος κλειθρίον, ὥστε ἀνοιχθῆναι. καὶ ἵνα μὴ εὐθέως ὁρμὴν λαβὸν τὸ πλινθίον κινηθῇ, ἕξει ἡ σπάρτος ἡ ἐκ τῶν ὑπὲρ τροχῶν ἀ-*

1 Και με διαφορετικό τρόπο είναι δυνατόν να γίνουν τόσο οι κινήσεις της πορείας και της επιστροφής του τροχοκιβώτιου, όσο και οι υπόλοιπες κινήσεις.

Ας θεωρήσουμε λοιπόν το άνοιγμα ΑΒΓΔ του θαλάμου, χωρισμένο με δύο διαφράγματα σε όλο το ύψος του θαλάμου, τα ΕΖ και ΗΘ, ώστε στο χώρο μεταξύ των δύο διαφραγμάτων να ανεβαίνουν από κάτω τα σχοινιά και να συνδέονται με τα κινητήρια βάρη.

2 Το βάρος λοιπόν στο θάλαμο ΑΒΕΖ προκαλεί τις κινήσεις της πορείας και της επιστροφής, ενώ το βάρος στο θάλαμο ΗΘΓΔ τις υπόλοιπες κινήσεις, με τον εξής τρόπο. Ας θεωρήσουμε στον πυθμένα του θαλάμου ΑΒΕΖ την τρύπα Κ απ' όπου τρέχει το κεχρί, και στο θάλαμο ΗΘΓΔ την τρύπα Λ. Για κάθε μια από τις δύο τρύπες κατασκευάζουμε ένα σύρτη, που να μπορεί να κινείται εύκολα (σχ. 42).

3 Όταν λοιπόν πρόκειται να κινηθεί το τροχοκιβώτιο τραβάμε το σύρτη της τρύπας Κ για ν' ανοίξει. Και για να μην κινηθεί αμέσως με ορμή το τροχοκιβώτιο, πρέπει το σχοινί που συνδέει τους κινητήριους τροχούς με το βάρος, να έχει



σχ. 42. *Σύστημα δύο ανεξάρτητων μηχανισμών κίνησης*

ποδιδομένη εἰς τὴν λείαν χαλασμάτιον. καὶ δῆλον ὅτι χρόνος τις ἔσται ἀποστάντων ἡμῶν πρὸ τοῦ κινηθῆναι τὸ πλινθίον, τοσοῦτος ὅσον ἦν τὸ τῆς σπάρτου χάλασμα.

στην αρχή μερικές ελεύθερες περιελίξεις. Είναι φανερό, ότι από τη στιγμή που εμείς θα απομακρυνθούμε, μέχρι να κινηθεί το τροχοκιβώτιο, θα περάσει ένα χρονικό διάστημα, που αντιστοιχεί στο μήκος των ελεύθερων περιελίξεων.

4 *ὅταν δὲ δέῃ στῆναι τὸ πλινθίον καὶ τὰς ἄλλας ἐπιτελέσαι κινήσεις, ἔτι ἐπιπορευομένου αὐτοῦ σπάρτος τις ἐπισπάσεται τὸ πρὸς τῷ Λ κλειθρίον καὶ ἀνοίξει αὐτό. καὶ πάλιν, ἵνα μὴ πορευομένου ἑτέρα γένηται κίνησις, ἕξει χάλασμα καὶ ἡ ἐκ τῆς ἑτέρας λείας ἐκδεδεμένη σπάρτος, ἥτις ταθεῖσα ἐπισπάσεται καὶ τὸ πρὸς τῷ Κ κλειθρίον.*

4 Όταν όμως πρέπει να σταματήσει το τροχοκιβώτιο και να κάνει τις άλλες κινήσεις, ενώ ακόμα πορεύεται, ένα σχοινί τραβά το σύρτη κάτω από την τρύπα Λ και την ανοίγει. Και πάλι, για να μη γίνει άλλη κίνηση, ενώ πορεύεται ακόμα το τροχοκιβώτιο, πρέπει και το σχοινί που συνδέεται με το άλλο βάρος να έχει ελεύθερες περιελίξεις. Το σχοινί αυτό μάλιστα, όταν τεντωθεί, τραβάει και το σύρτη της τρύπας Κ.

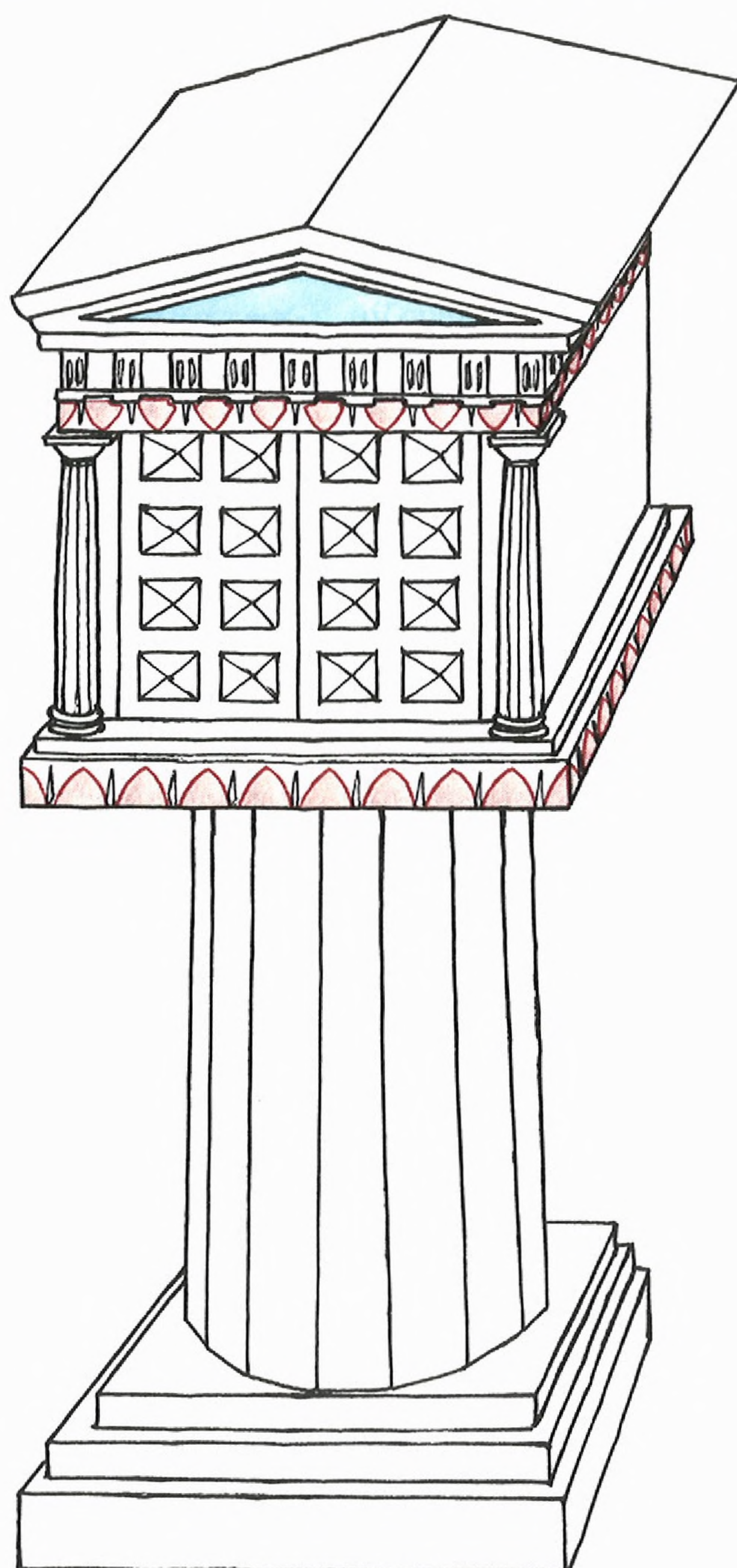
5 *καὶ οὕτως στήσεται τὸ πλινθίον, αἱ δὲ ἄλλαι ἐπιτελεσθήσονται κινήσεις. ὅταν οὖν πάλιν δέῃ ἀποπορεύεσθαι τὸ πλινθίον, ἑτέρα σπάρτος ἐπισπάσεται τὸ πρὸς τῷ Κ κλειθρίον καὶ ἀνοίξει αὐτό. καὶ οὕτως τὴν ἀποπορείαν ποιήσεται.*

5 Και έτσι στέκεται το τροχοκιβώτιο και εκτελούνται οι άλλες κινήσεις. Όταν πάλι πρέπει να αρχίσει το τροχοκιβώτιο την κίνηση της επιστροφής, άλλο σχοινί τραβάει το σύρτη της τρύπας Κ και την ανοίγει. Και έτσι γίνεται η κίνηση της επιστροφής.

Βιβλίο Β

Σταθερά αυτόματα

Περὶ στατῶν αὐτομάτων



σχ. 43. *Το σταθερό αυτόματο θέατρο του Ήρωνα*

Κεφάλαιο 20

Αναφορά στην παράδοση των σταθερών αυτομάτων και ιδιαίτερα στο έργο του Φίλωνα του Βυζάντιου

1 *Ὅσα μὲν οὖν ἔδει περὶ τῶν ὑπαγόντων αὐτομάτων πραγματευθῆναι, νομίζομεν ἱκανῶς ἀνεστράφθαι ἐν τοῖς προγεγραμμένοις· καὶ γὰρ εὐκόπως καὶ ἀκινδύνως καὶ ξένως παρὰ τὰ πρὸ ἡμῶν ἀναγεγραμμένα κατακεχωρίκαμεν, ὡς ἔστι δῆλον τοῖς πεπειραμένοις τῶν πρότερον ἀναγεγραμμένων. περὶ δὲ τῶν στατῶν αὐτομάτων βουλόμεθα γράφειν καινότερόν τι· καὶ βέλτιον τῶν πρὸ ἡμῶν ἅμα καὶ πρὸς διδασκαλίαν μᾶλλον ἁρμόζον οὐδὲν εὕρομεν τῶν ὑπὸ Φίλωνος τοῦ Βυζαντίου ἀναγεγραμμένων.*

1 Με όσα γράψαμε μέχρι τώρα, νομίζουμε ότι αναπτύξαμε αρκετά όλα όσα έπρεπε να πραγματευθούμε για τα κινητά αυτόματα. Και τα παρουσιάσαμε μάλιστα με τρόπο εύκολο, ακίνδυνο και διαφορετικό[1] απ᾽ όσα έχουν γραφεί πριν από μας[2], όπως είναι φανερό σε όσους μελέτησαν[3] τα παλαιότερα συγγράμματα[4]. Για τα σταθερά αυτόματα όμως θέλουμε να γράψουμε κάτι πιο σύγχρονο[5].

Απ᾽ όλα όσα πριν από μας γράφηκαν, καλύτερο και πιο κατάλληλο για διδασκαλία[6] δε βρήκαμε άλλο από εκείνο το έργο του Φίλωνα του Βυζάντιου.

2 *ἔστι δὲ μῦθος καὶ ἡ διάθεσις τῶν περὶ τὸν Ναύπλιον, ἐν ᾗ πολλαί τε καὶ ποικίλαι διαθέσεις ὑπάρχουσι καὶ οὐ φαύ-*

2 Πρόκειται για την παρουσίαση του μύθου του Ναυπλίου, όπου υπάρχουν πολλές και διαφορετικές σκηνές, όλες με ευχέρεια κατα-

---

20.1 (1) *ξένως* (επίρρ.) / με διαφορετικό τρόπο

(2) *τὰ πρὸ ἡμῶν ἀναγεγραμμένα* / όσα έχουν γραφεί πριν από μας, τα προγενέστερα συγγράμματα

(3) *οἱ πεπειραμένοι* / αυτοί που πειραματίστηκαν, απέκτησαν πείρα, εμπειρία και γνώση, όσοι γνώρισαν, μελέτησαν, σπούδασαν

(4) *τὰ πρότερον ἀναγεγραμμένα* / τα προηγούμενα, τα παλαιότερα συγγράμματα

(5) *καινόν, τό* / καινότερον, τό / πιο καινούργιο, πιο καινοτόμο

(6) *πρὸς διδασκαλίαν ἁρμόζον* / κατάλληλο για διδασκαλία

λως οἰκονομούμεναι πλὴν τῆς μηχανῆς τῆς περὶ τὴν Ἀθηνᾶν· ἐργωδέστερον γάρ πως τὴν κατασκευὴν ἐποιήσατο· δυνατὸν γὰρ ἦν χωρὶς μηχανῆς φανῆναι αὐτὴν ὑπὸ τὸν πίνακα καὶ μετὰ ταῦτα πάλιν ἀφανῆ γενέσθαι· τὸ γὰρ ζῴδιον αὐτῆς δυνατόν ἐστι περὶ τοὺς πόδας ἐν γιγγλύμῳ κινούμενον τὸν μὲν πρῶτον χρόνον κατακεκλιμένον εἶναι, ὥστε μὴ φαίνεσθαι, ἔπειτα δὲ ὥσπερ ὑπὸ σπάρτου τινὸς ἐπισπασαμένης ὀρθὸν φανῆναι καὶ πάλιν ὑπὸ ἑτέρας κατακλιθῆναι.

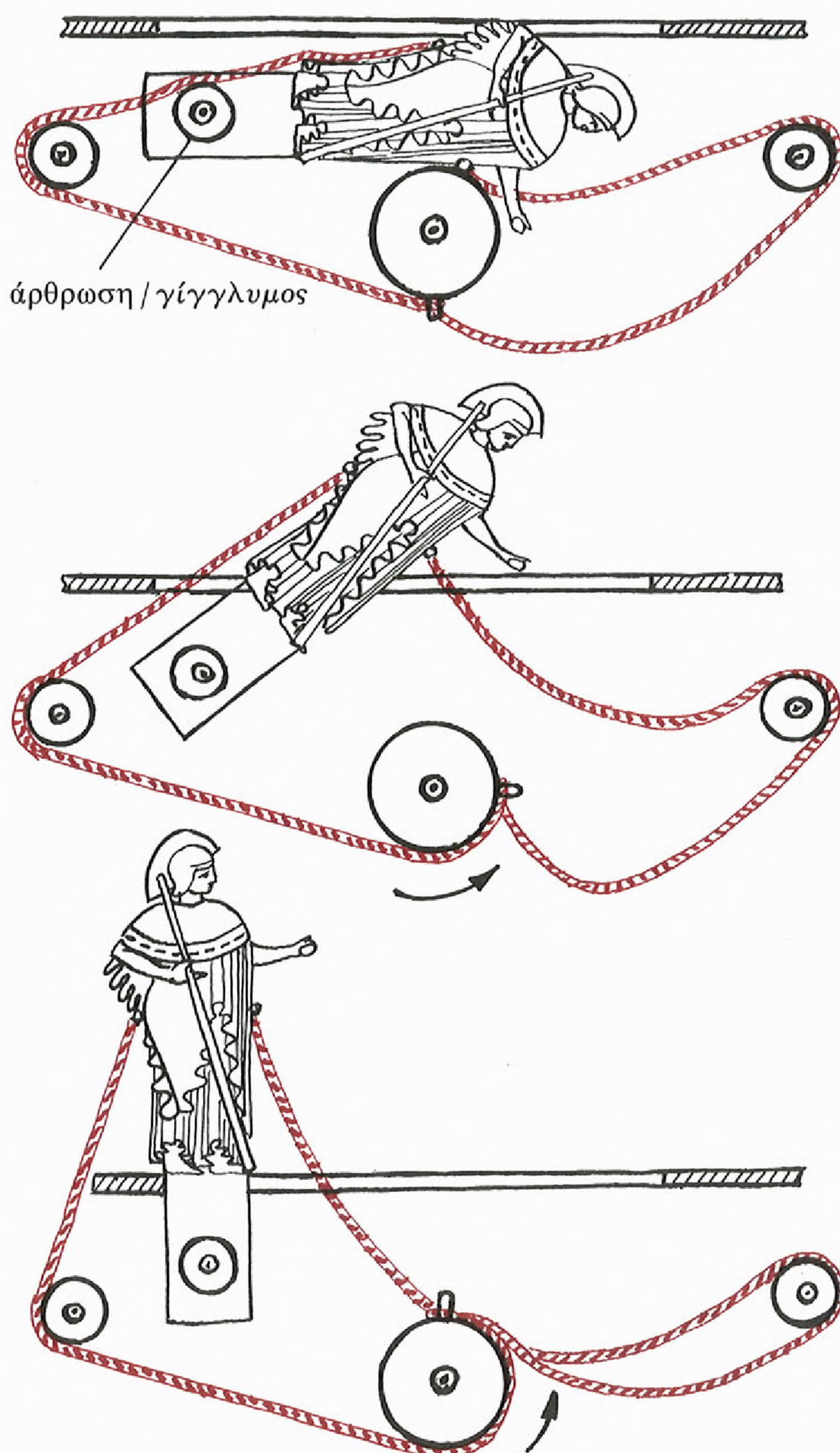
σκευασμένες[1], εκτός από εκείνη τη μηχανή της Αθηνάς[2], που ο Φίλωνας κατασκεύασε με πολύπλοκο τρόπο[3]. Γιατί θα ήταν δυνατόν χωρίς μηχανή να εμφανιστεί η Αθηνά στη σκηνή και να εξαφανιστεί πάλι.

Το είδωλο της Αθηνάς είναι δυνατόν να κινείται, περιστρεφόμενο γύρω από μια άρθρωση[4] στα πόδια, και να είναι αρχικά ξαπλωμένο για να μη φαίνεται, έπειτα όμως, με το τράβηγμα ενός σχοινιού, να σηκώνεται όρθιο, να παρουσιάζεται, και με το τράβηγμα ενός άλλου σχοινιού να ξαναξαπλώνει (σχ. 44).

3 *ἔτι δὲ καὶ ὑποσχόμενος πρὸς τούτῳ κεραυνὸν πεσεῖν ἐπὶ τὸ τοῦ Αἴαντος ζῴδιον καὶ βροντῆς ἦχον γενέσθαι οὐ κατεχώρισε· πολλοῖς γὰρ συντάγμασι περιτυχόντες οὐχ εὕρομεν τοῦτο ἀναγεγραμμένον. καὶ ἴσως δόξει τις ἡμᾶς κατατρέχοντας τοῦ Φίλωνος διαβάλλειν αὐτὸν ὡς μὴ δεδυνημένον τὴν ὑπόσχεσιν ἀπαρτίσαι· ἀλλ' οὐχ οὕτως ἔχει.*

3 Κι ακόμα, ενώ υποσχέθηκε ο Φίλωνας ότι θα κάνει κεραυνό να πέφτει στο είδωλο του Αίαντα και θα προκαλέσει ήχο βροντής, πουθενά δεν έγραψε γι' αυτά. Γιατί μας έτυχαν πολλά συγγράμματα[1] του Φίλωνα, αλλά αυτό δεν το βρήκαμε γραμμένο. Κι ίσως πιστέψει κανείς ότι συκοφαντούμε το Φίλωνα, κατηγορώντας τον ότι δε μπόρεσε να τηρήσει την υπόσχεσή του. Αλλά δεν είναι έτσι.

20.2 (1) *οὐ φαύλως οἰκονομούμεναι* / καλοφτιαγμένες, με ευχέρεια κατασκευασμένες
(2) *ἡ περὶ τὴν Ἀθηνᾶν μηχανή* / η μηχανή για την κίνηση της Αθηνάς
μηχανή, ἡ / μηχανισμός, μηχανή με την οποία εμφανίζονται μετέωροι οι θεοί στις αρχαίες θεατρικές παραστάσεις
(3) *ἐργωδέστερος* (επίθ.) / πολύπλοκος, αυτός που απαιτεί περισσότερο έργο
(4) *γίγγλυμος, ὁ* / άρθρωση, κλείδωση
20.3 (1) *σύνταγμα, τό* / σύγγραμμα, βιβλίο



σχ. 44. *Αυτόματη εμφάνιση της μορφής της Αθηνάς*

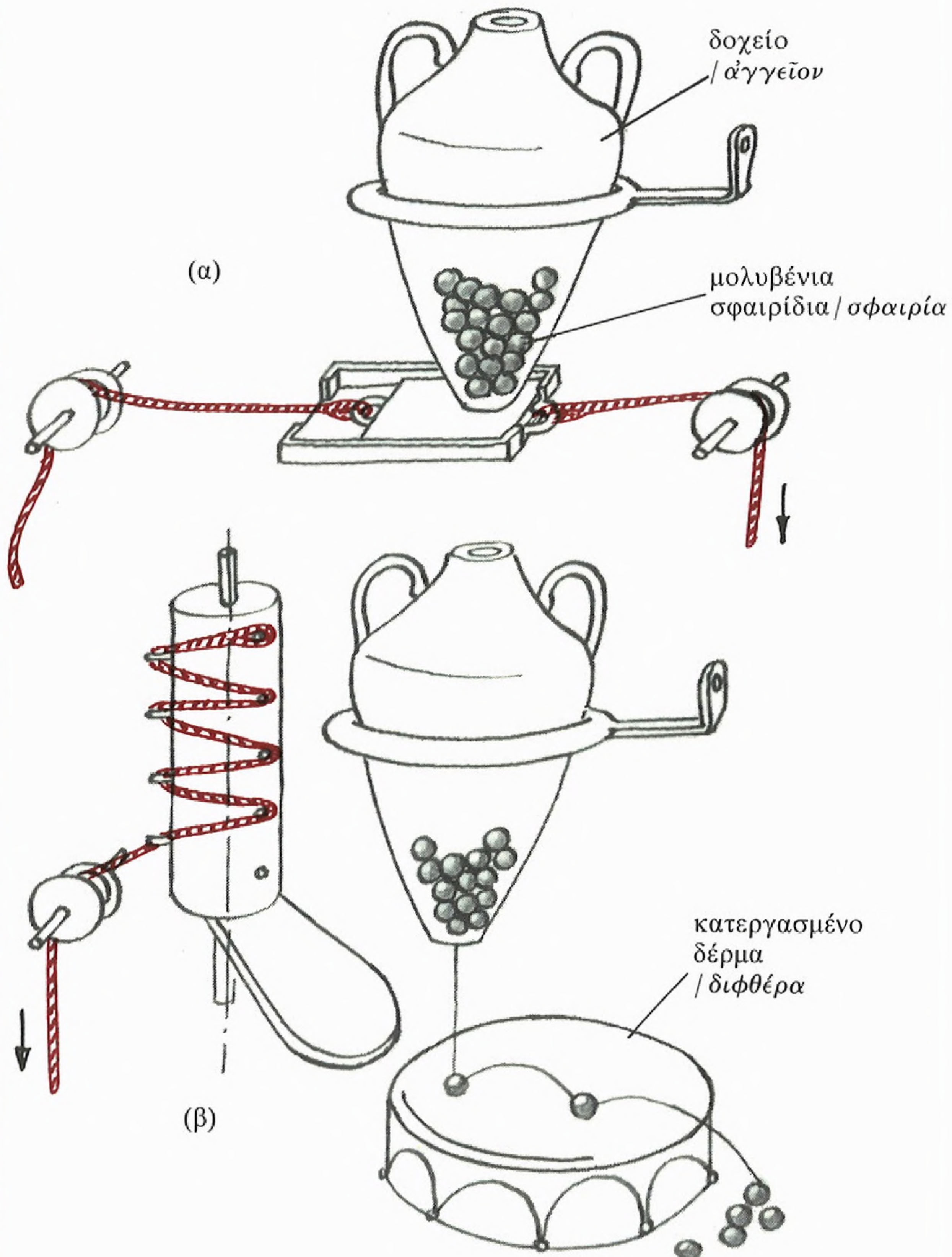
4 *πολλῶν δὲ οὐσῶν τῶν ἐν τῇ διαθέσει ὑποσχέσεων, ἴσως ἔλαθεν αὐτὸν ἀναγράφοντα αὕτη. δυνατὸν γάρ ἐστιν ἀγγεῖόν τι ἐν αὐτῷ σφαιρία ἔχον μολιβᾶ καὶ ἔχον τετρυπημένον τὸν πυθμένα ἀποσχάζεσθαι κατὰ τὸν δέοντα καιρόν, τὰ δὲ σφαιρία ἐμπίπτοντα διφθέρᾳ ἐξηπλωμένῃ, ξηρᾷ καὶ πυκνῇ τὸν ἦχον τῆς βροντῆς ἀποδιδόναι· καὶ γὰρ ἐν τοῖς θεάτροις ὅταν δέῃ τὸν ὅμοιον ἦχον γενέσθαι, ἀγγεῖα ἀποσχάζονται βάρη ἔχοντα, ἵνα φερόμενα ἐπὶ διφθέρας, ὡς εἴρηται, ξηρᾶς καὶ περιτεταμένης τῆς βύρσης καθάπερ ἐν τυμπάνοις τὸν ἦχον ἀποτελῇ.*

5 *περὶ δὲ τῶν λοιπῶν τῶν ἐν τῇ διαθέσει τοῦ Ναυπλίου κατὰ μέρος γινομένων εὐαρεστούμεθα ὡς ἐν τάξει καὶ εὐμεθόδως ὑπ' αὐτοῦ ἀναγεγραμμένων. διὸ δὴ οὐ παρῃτησάμεθα τὰ ὑπ' αὐτοῦ περὶ ὧν εἴπομεν γεγραμμένα· οὕτως γὰρ νομίζομεν τοὺς ἐντυγχάνοντας τῆς μεγίστης ὠφελείας τυγχάνειν, ὅταν τὰ μὲν καλῶς ὑπὸ τῶν ἀρχαίων εἰρημένα παρατιθῆται αὐτοῖς, τὰ δὲ παραθεωρηθέντα ἢ διορθώσεως τυχόντα καταχωρίζηται.*

4 Γιατί, από τις πολλές υποσχέσεις που έδωσε για την παράσταση, αυτή μπορεί να ξέχασε να τη γράψει. Είναι όμως δυνατόν, με ένα δοχείο γεμάτο μολυβένια σφαιρίδια και με μια τρύπα στον πυθμένα του, που ανοίγει την κατάλληλη χρονική στιγμή, να κάνουμε τα σφαιρίδια να πέφτουν πάνω σε ένα τεντωμένο, ξερό και σκληρό, κατεργασμένο δέρμα[1] και να αποδώσουμε έτσι τον ήχο της βροντής. Αλλά και στα θέατρα, όταν χρειάζεται να παραχθεί παρόμοιος ήχος, χρησιμοποιούμε δοχεία με βαρίδια. Κι όταν ανοίξουν τα δοχεία, τα βαρίδια πέφτουν, όπως είπαμε, πάνω σε δέρματα ξερά και τεντωμένα και προκαλούν ήχο όμοιο με εκείνο των τυμπάνων (σχ. 45).

5 Για τα υπόλοιπα όμως που γίνονται στα διάφορα μέρη της παράστασης του Ναυπλίου είμαστε ικανοποιημένοι, γιατί έχουν γραφεί με τάξη και μεθοδικότητα από το Φίλωνα. Γι' αυτόν ακριβώς το λόγο καθόλου δεν περιφρονούμε όσα αυτός έγραψε και για τα οποία μιλήσαμε. Γιατί έτσι νομίζουμε ότι ωφελούνται περισσότερο οι σύγχρονοι μελετητές[1], όταν τους παραθέτουμε μεν όσα σωστά έχουν πει οι αρχαίοι, τους αναφέρουμε όμως και εκείνα που έχουν παραβλεφθεί ή διορθωθεί.

20.4 (1) *διφθέρα, ἡ* / κατεργασμένο δέρμα
20.5 (1) *οἱ ἐντυγχάνοντες* / οι παρόντες, οι σημερινοί, οι σύγχρονοι μελετητές



σχ. 45. *Αυτόματοι μηχανισμοί που παράγουν τον ήχο της βροντής*

Κεφάλαιο 21

Γενικά για το πρόβλημα των αυτόματων θεάτρων

1 *Περὶ τῆς τῶν πινακίων οὖν κατασκευῆς νῦν ἀρξώμεθα λέγειν. ἔστι μὲν οὖν παρὰ πολὺ τῶν ὑπαγόντων ἡ <τῶν στατῶν> ποίησις ἀσφαλεστέρα τε καὶ ἀκινδυνοτέρα καὶ τὴν ἐπίδειξιν οὐκ ἀπίθανον ἔχουσα. τὸ δὲ πρόβλημά ἐστι τοιοῦτον, ὥστε πίνακος ἐπιτεθέντος ἐπί τι κιόνιον ξύλινον ἀνοιχθῆναί τε αὐτόματον καὶ τὰ ἐν αὐτῷ ἐζωγραφημένα φαίνεσθαι κινούμενα πρὸς λόγον τῆς ὑποκειμένης διαθέσεως, καὶ πάλιν κλεισθέντος αὐτομάτου διαγενέσθαι ὀλίγον παντελῶς χρόνον καὶ ἀνοιχθέντος φαίνεσθαι ἄλλα τὰ ἐν αὐτῷ γεγραμμένα καὶ εἰς τὸ δυνατὸν πάλιν τὰ αὐτὰ ἤ τινα αὐτῶν κινεῖσθαι καὶ τοῦτο πάλιν πλεονάκις γενέσθαι,*

2 *καὶ ἐκτὸς τῶν πινάκων ἢ μηχανὰς αἰρομένας φαίνεσθαι καὶ περιαγομένας ἢ ἄλλας τινὰς κινήσεις. ἡ μὲν οὖν ὑπόθεσις τοιαύτη· χαριέστατος δὲ τῶν μεταχειριζομένων ὁ γλαφυρωτάτην διάθεσιν ἐπινοῶν. ὥστε προθησόμεθα μίαν τῶν διαθέσεων, ἣν μάλιστα κρίνομεν, καὶ μετὰ ταῦ-*

1 Θα αρχίσουμε λοιπόν να μιλάμε για την κατασκευή των μικρών θεάτρων[1]. Η κατασκευή των αυτομάτων αυτών, σε σχέση με τα κινητά αυτόματα, είναι πολύ πιο ασφαλής και ακίνδυνη και η παρουσίαση πολύ πιο πειστική. Το πρόβλημα δε είναι το εξής.

Τοποθετούμε πάνω σε μια μικρή ξύλινη κολόνα έναν πίνακα, μια σκηνή θεάτρου, που ανοίγει αυτόματα, και οι ζωγραφισμένες μορφές μέσα σε αυτήν φαίνεται να κινούνται σύμφωνα με την υπόθεση της παράστασης που παίζεται. Μετά πάλι κλείνει αυτόματα η σκηνή, μένει για πολύ μικρό χρονικό διάστημα κλειστή, και όταν ανοίξει, παρουσιάζονται μέσα της άλλες ζωγραφισμένες μορφές, πού, κατά το δυνατόν όλες είτε μερικές απ' αυτές, κινούνται. Και αυτό επαναλαμβάνεται πολλές φορές.

2 Αλλά και έξω από τις θεατρικές σκηνές, παρουσιάζονται είτε αιωρούμενες και περιφερόμενες μηχανές[1] είτε κάποιες άλλες κινήσεις. Αυτός είναι λοιπόν ο στόχος των αυτόματων θεάτρων.

Και όποιος επινοήσει τη γλαφυρότερη παράσταση, αυτός, από όλους όσους καταγίνονται με τα αυτόματα[2], θα αναδειχθεί ο καλύτερος[3].

τα τὴν κατασκευὴν ἐμφανιοῦμεν· ἀρκέσει γὰρ περὶ ἑνὸς πίνακος <λέγειν>· διὰ γὰρ τῶν αὐτῶν πάλιν τὰ αὐτὰ οἰκονομεῖται, καθάπερ καὶ ἐπὶ τῶν ὑπαγόντων ἀπεδείξαμεν.

Έτσι λοιπόν θα επιλέξουμε αρχικά μια παράσταση, αυτήν που κρίνουμε καλύτερη, και μετά θα δείξουμε τη διαδικασία της κατασκευής. Γιατί αρκεί να μιλήσουμε για ένα θέατρο, μιας και με τα ίδια μέσα πάλι τα ίδια πράγματα κατορθώνονται, όπως αποδείξαμε και στα κινητά αυτόματα.

21.1 (1) *πίναξ, ὁ* / *πινάκιον, τό* / μικρός πίνακας, σκηνή, θέατρο

21.2 (1) *μηχανὰς αἰρομένας καὶ περιαγομένας* / μηχανές αιωρούμενες και περιφερόμενες

(2) *οἱ μεταχειριζόμενοι* / α) όσοι καταγίνονται (με τα αυτόματα), όσοι τα χειρίζονται, τα έχουν δουλέψει, β) όσοι συμμετέχουν (σε διαγωνισμούς)

(3) *χαριέστατος, ὁ* / αυτός που έχει όλες τις χάρες, όλα τα χαρίσματα, ο καλύτερος

Κεφάλαιο 22

Αρχαίες παραστάσεις αυτόματων θεάτρων και η σύγχρονη παράσταση του Ήρωνα με το μύθο του Ναυπλίου

1 *Οἱ μὲν οὖν ἀρχαῖοι κέχρηνται ἁπλῇ τινι διαθέσει· ἀνοιχθέντος γὰρ τοῦ πίνακος, ἐφαίνετο ἐν αὐτῷ πρόσωπον γεγραμμένον. τοῦτο δὲ τοὺς ὀφθαλμοὺς ἐκίνει καμμύον τε καὶ ἀναβλέπον πολλάκις. ὅταν δὲ πάλιν κλεισθεὶς ἀνοιχθῇ ὁ πίναξ, τὸ μὲν πρόσωπον οὐκέτι ἑωρᾶτο, ζῴδια δὲ γεγραμμένα ἔς τινα μῦθον διεσκευασμένα.*

2 *καὶ πάλιν ὅταν κλεισθεὶς ἀνοιχθῇ, διάθεσις ἄλλη ἐφαίνετο ζῳδίων συναναπληροῦσα τοὺς ὑποκειμένους μύθους τοὺς ἑξῆς, ὥστε τρεῖς μόνον κινήσεις διαφόρους ἐπὶ τοῦ πίνακος γίνεσθαι, μίαν μὲν τῶν θυρῶν, ἄλλην δὲ τῶν ὀμμάτων, τὴν τρίτην τῶν ἐπικαλυπτόντων. οἱ δὲ καθ' ἡμᾶς μύθους τε ἐμβεβλήκασιν εἰς τοὺς πίνακας ἀστείους καὶ κινήσεσι κέχρηνται πολλαῖς καὶ ἀνομοίαις.*

1 Οι αρχαίοι[1] χρησιμοποιούσαν μιαν απλήν υπόθεση. Μόλις άνοιγε η σκηνή φαινόταν μέσα της ένα ζωγραφισμένο προσωπείο[2]. Το προσωπείο αυτό κουνούσε τα μάτια του, ανοιγοκλείνοντάς τα πολλές φορές (σχ. 46).

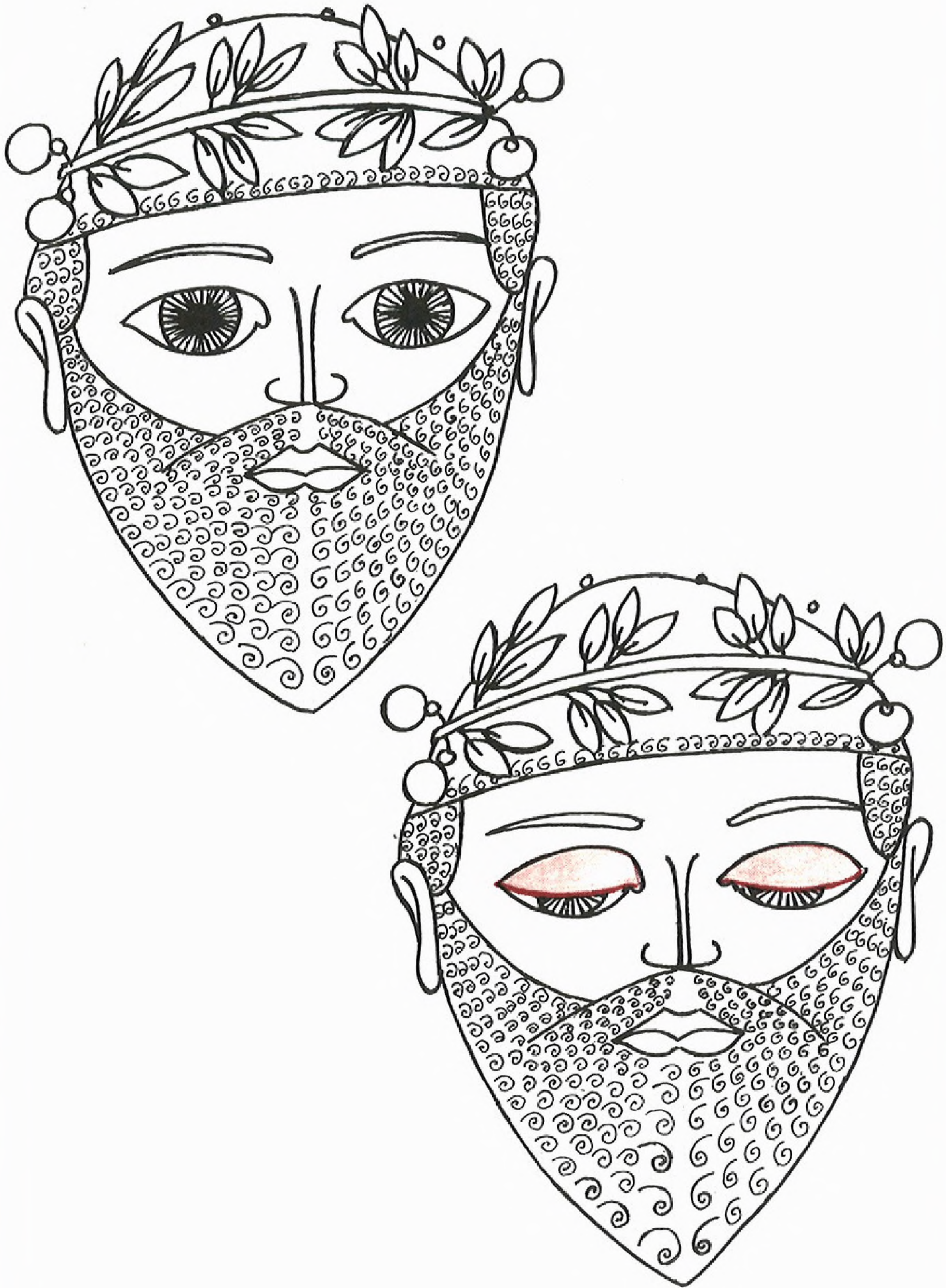
Και όταν πάλι έκλεινε και ξανάνοιγε η σκηνή, το προσωπείο δε φαινόταν, αλλά παρουσιάζονταν ζωγραφισμένες μορφές, που αναπαριστούσαν κάποιο μύθο.

2 Και πάλι όταν έκλεινε και άνοιγε η σκηνή, φαινόταν μια άλλη παράσταση με μορφές που συμπλήρωναν τον εικονιζόμενο μύθο. Έτσι τρεις μόνο διαφορετικές κινήσεις γίνονταν πάνω στη σκηνή, μία για τις πόρτες, μία άλλη για τα μάτια και η τρίτη για την αλλαγή, την επικάλυψη των σκηνικών.

Οι σύγχρονοι με μας αυτοματοποιοί[1] ανεβάζουν στις σκηνές των αυτόματων θεάτρων μύθους ευχάριστους[2] και χρησιμοποιούν κινήσεις πολλές και ανόμοιες.

22.1 (1) *οἱ ἀρχαῖοι* / αρχαίοι αυτοματοποιοί, (αρχαιότεροι από τον Φίλωνα)
(2) *πρόσωπο, τό* / πρόσωπο, προσωπείο, μάσκα

22.2 (1) *οἱ καθ' ἡμᾶς* / οι σύγχρονοί μας, οι όμοιοι με μας
(2) *ἀστεῖος* / ευχάριστος, έξυπνος, κομψός, (ο προερχόμενος από το άστυ)



σχ. 46. *Αρχαίο προσωπείο που ανοιγοκλείνει τα μάτια*

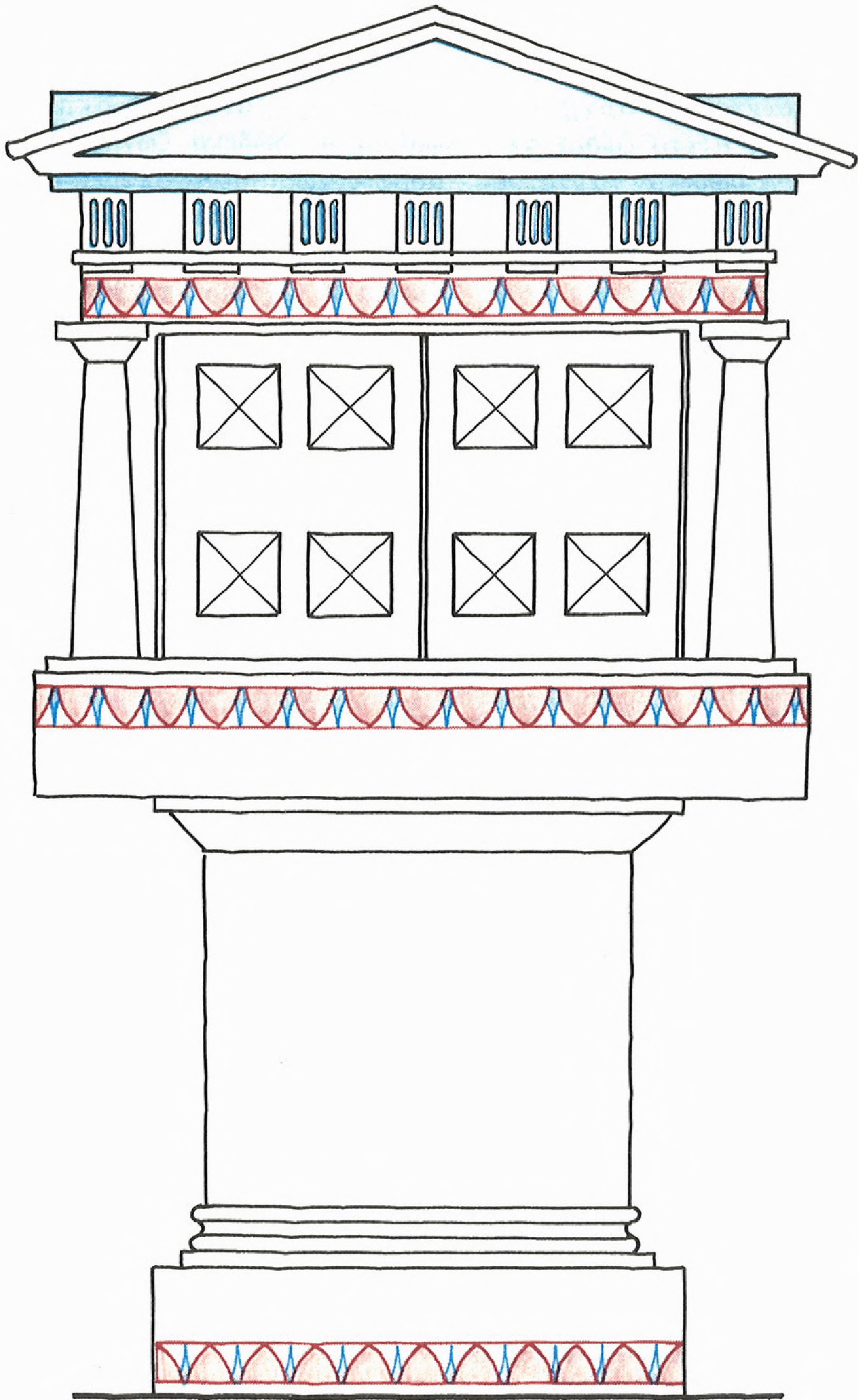
Η παράσταση του μύθου του Ναυπλίου

3 *καθὰ δὲ προεθέμην, ἐρῶ περὶ ἑνὸς πίνακος τοῦ δοκοῦντός μοι κρείττονος. μῦθος μὲν ἦν τεταγμένος ἐν αὐτῷ ὁ κατὰ τὸν Ναύπλιον. τὰ δὲ κατὰ μέρος εἶχεν οὕτως·*

3 Και όπως προανάγγειλα, θα μιλήσω για ένα θέατρο, που κατά τη γνώμη μου είναι ανώτερο όλων[1]. Στο θέατρο αυτό παρουσιάζεται ο μύθος του Ναυπλίου (σχ. 47).

Τα μέρη, οι πράξεις του έργου είναι οι εξής.

22.3 (1) *κρείττων* (επίθ.) / ισχυρότερος, ανώτερος, καλύτερος



σχ. 47. *Πρόσοψη του σταθερού αυτόματου θεάτρου του Ήρωνα*

Πράξη πρώτη

ἀνοιχθέντος ἐν ἀρχῇ τοῦ πίνακος ἐφαίνετο ζῴδια γεγραμμένα δώδεκα· ταῦτα δὲ ἦν εἰς τρεῖς στίχους διῃρημένα· ἦσαν δὲ οὗτοι πεποιημένοι τῶν Δαναῶν τινες ἐπισκευάζοντες τὰς ναῦς καὶ γινόμενοι περὶ καθολκήν.

4 *ἐκινεῖτο δὲ ταῦτα τὰ ζῴδια τὰ μὲν πρίζοντα, τὰ δὲ πελέκεσιν ἐργαζόμενα, τὰ δὲ σφύραις, τὰ δὲ ἀρίσι καὶ τρυπάνοις χρώμενα καὶ ψόφον ἐποίουν πολύν, καθάπερ ἂν ἐπὶ τῆς ἀληθείας γίνοιτο.*

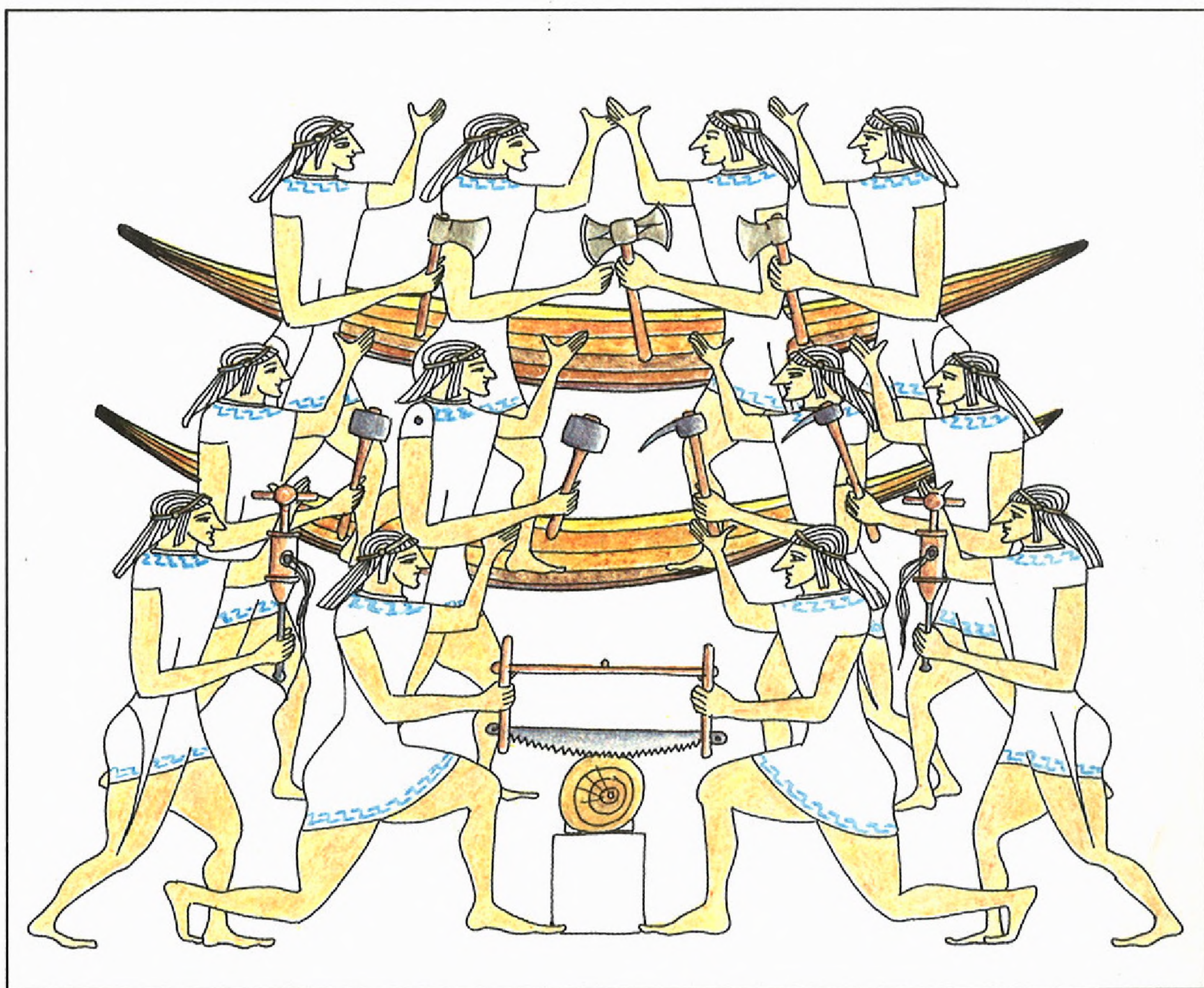
Στην αρχή ανοίγει η σκηνή και φαίνονται δώδεκα ζωγραφισμένες μορφές, χωρισμένες σε τρεις σειρές. Οι μορφές απεικονίζουν κάποιους Δαναούς να επισκευάζουν τα πλοία και να τα ρίχνουν στη θάλασσα.

4 Και οι μορφές αυτές κινούνται, άλλες μεν πριονίζοντας, άλλες δουλεύοντας με τα πελέκια και τα σφυριά και άλλες χρησιμοποιώντας χειροδράπανα(1) και τρυπάνια(2), κάνοντας θόρυβο πολύ, σαν να γίνονταν όλα στην πραγματικότητα(3) (σχ. 48).

22.4 (1) *ἀρίς, ἡ* / αρίδα, χειροδράπανο, ξυλουργικό χειροκίνητο τρυπάνι, όμοιο με αυτό της μαρμαροτεχνίας (σχ. 65)

(2) *τρύπανον, τό* / τρυπάνι

(3) *καθάπερ ἂν ἐπὶ τῆς ἀληθείας γίνοιτο* / σαν να γινόταν όλα στην πραγματικότητα

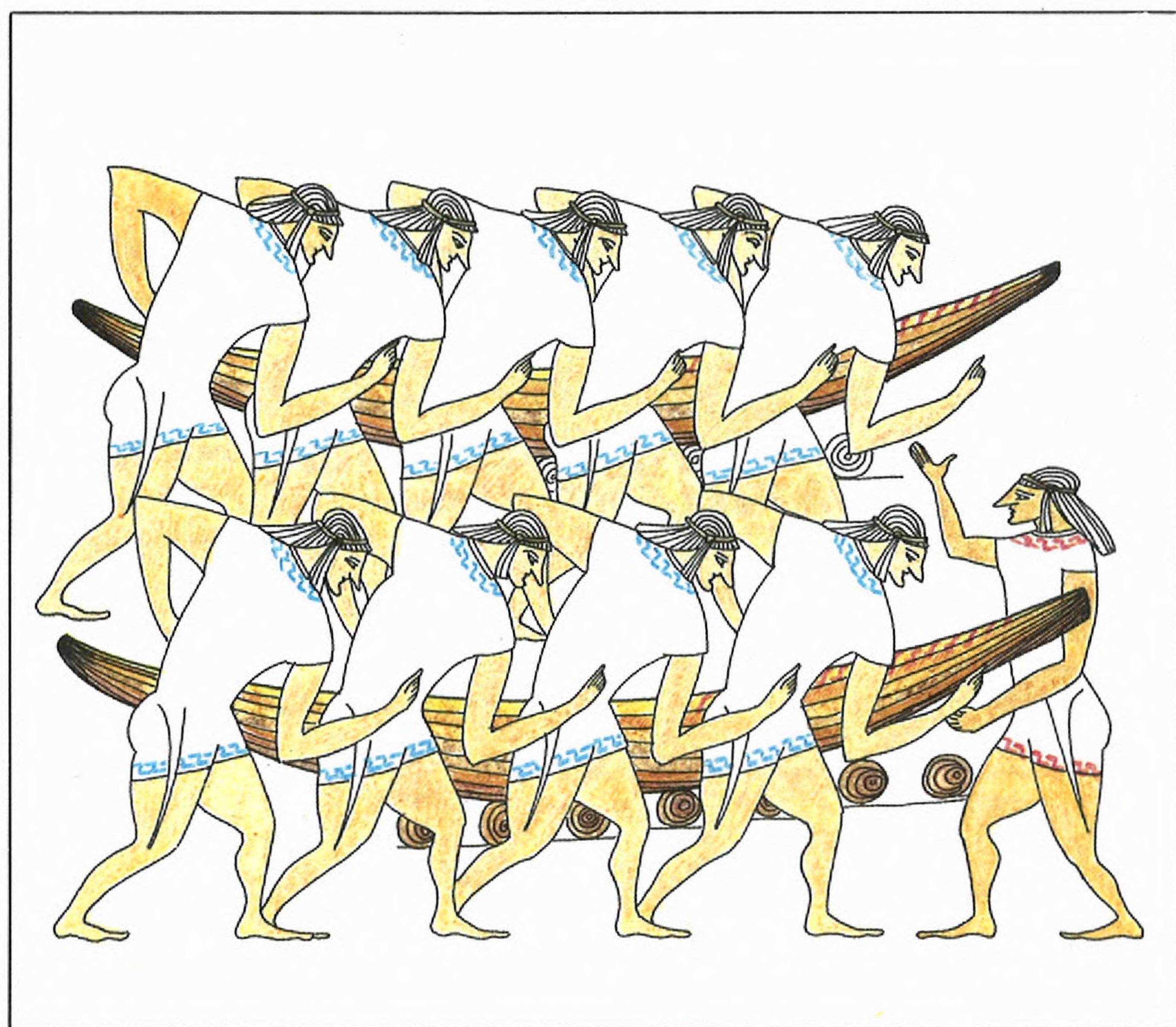


σχ. 48. *Σκηνή πρώτη. Οι Δαναοί επισκευάζουν τα πλοία*

Δεύτερη πράξη

χρόνου δὲ ἱκανοῦ διαγενομένου κλεισθεῖσαι πάλιν ἠνοίγησαν αἱ θύραι, καὶ ἦν ἄλλη διάθεσις· αἱ γὰρ νῆες ἐφαίνοντο καθελκόμεναι ὑπὸ τῶν Ἀχαιῶν.

Μετά από αρκετό χρόνο πάλι κλείνουν και ανοίγουν οι πόρτες και παρουσιάζεται μια άλλη εικόνα. Οι Αχαιοί φαίνονται να ρίχνουν τα πλοία τους στη θάλασσα (σχ. 49).

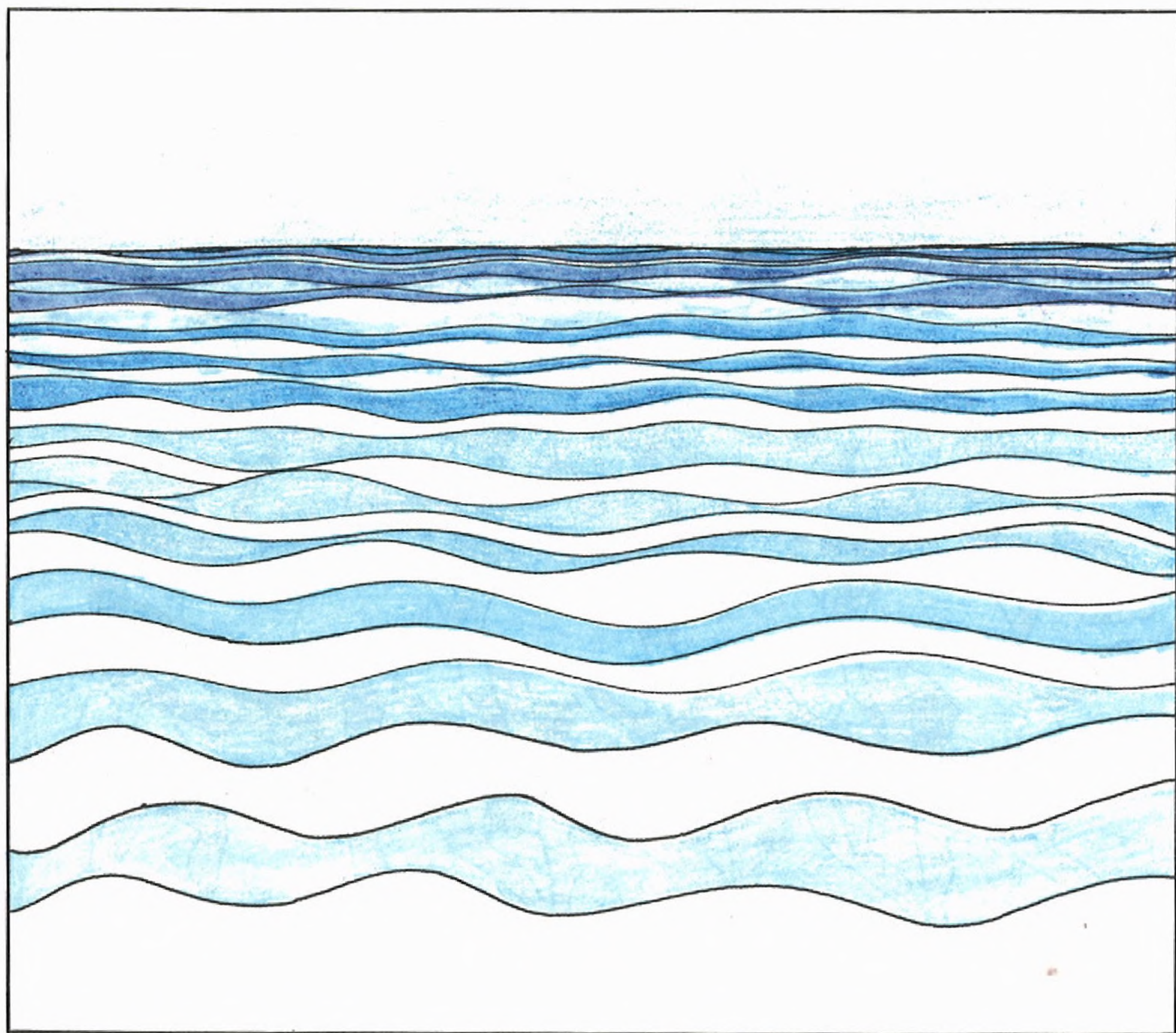


σχ. 49. *Σκηνή δεύτερη. Οι Αχαιοί ρίχνουν τα πλοία στη θάλασσα*

Τρίτη πράξη

κλεισθεισῶν δὲ καὶ πάλιν ἀνοιχθεισῶν, οὐδὲν ἐφαίνετο ἐν τῷ πίνακι πλὴν ἀέρος γεγραμμένου καὶ θαλάσσης.

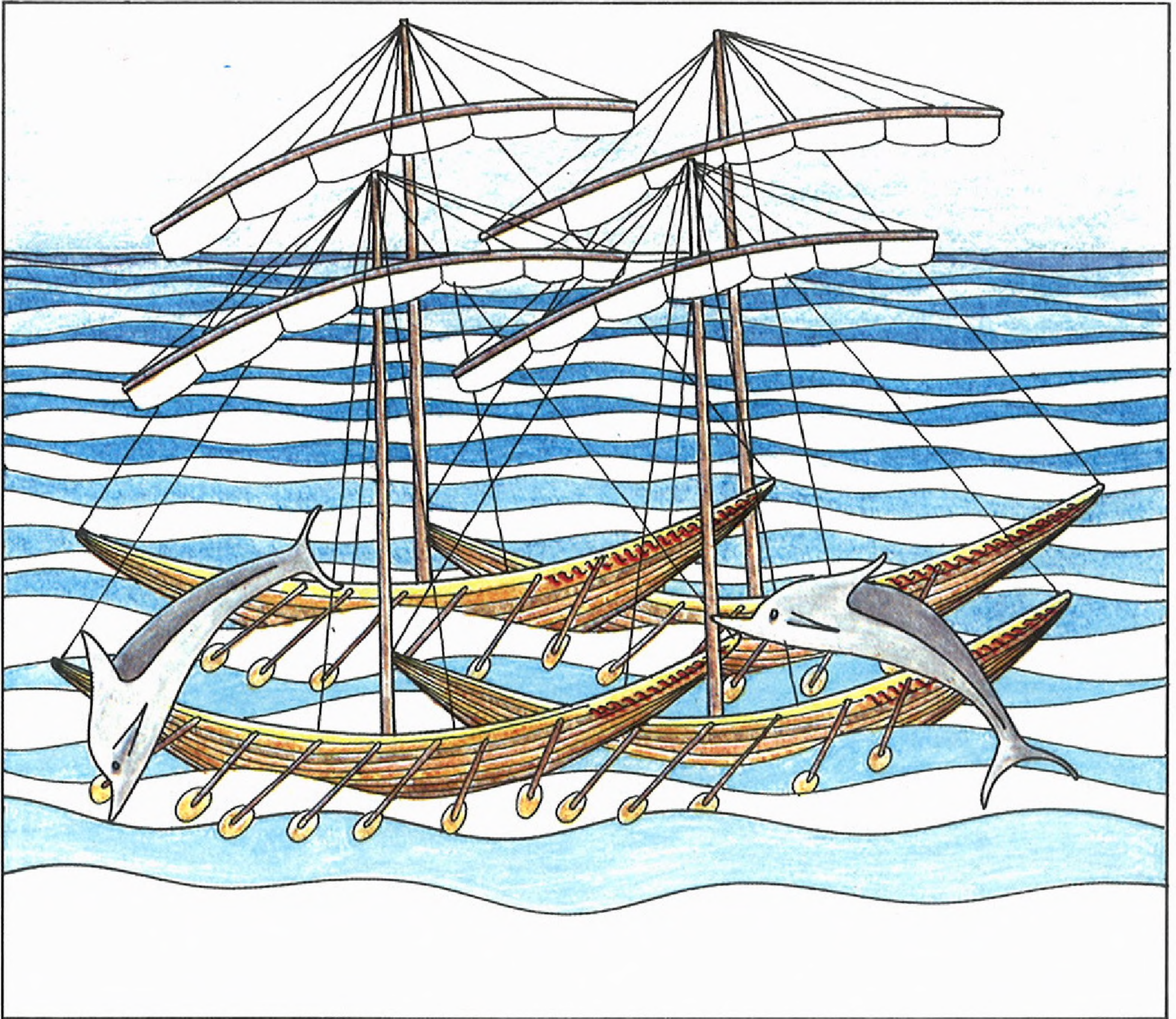
Πάλι κλείνουν και ανοίγουν οι πόρτες και τίποτε δεν φαίνεται στη σκηνή εκτός από ζωγραφισμένο ουρανό και θάλασσα (σχ. 50α).



σχ. 50α. *Σκηνή τρίτη. Θάλασσα και ουρανός*

5 *μετὰ δὲ οὐ πολὺν χρόνον παρέπλεον αἱ νῆες στολοδρομοῦσαι· καὶ αἱ μὲν ἀπεκρύπτοντο, αἱ δὲ ἐφαίνοντο.*

5 Μετά όμως από λίγο χρόνο παρουσιάζονται τα πλοία να πλέουν σε διάταξη στόλου, κι άλλα να κρύβονται κι άλλα να εμφανίζονται (σχ. 50β).

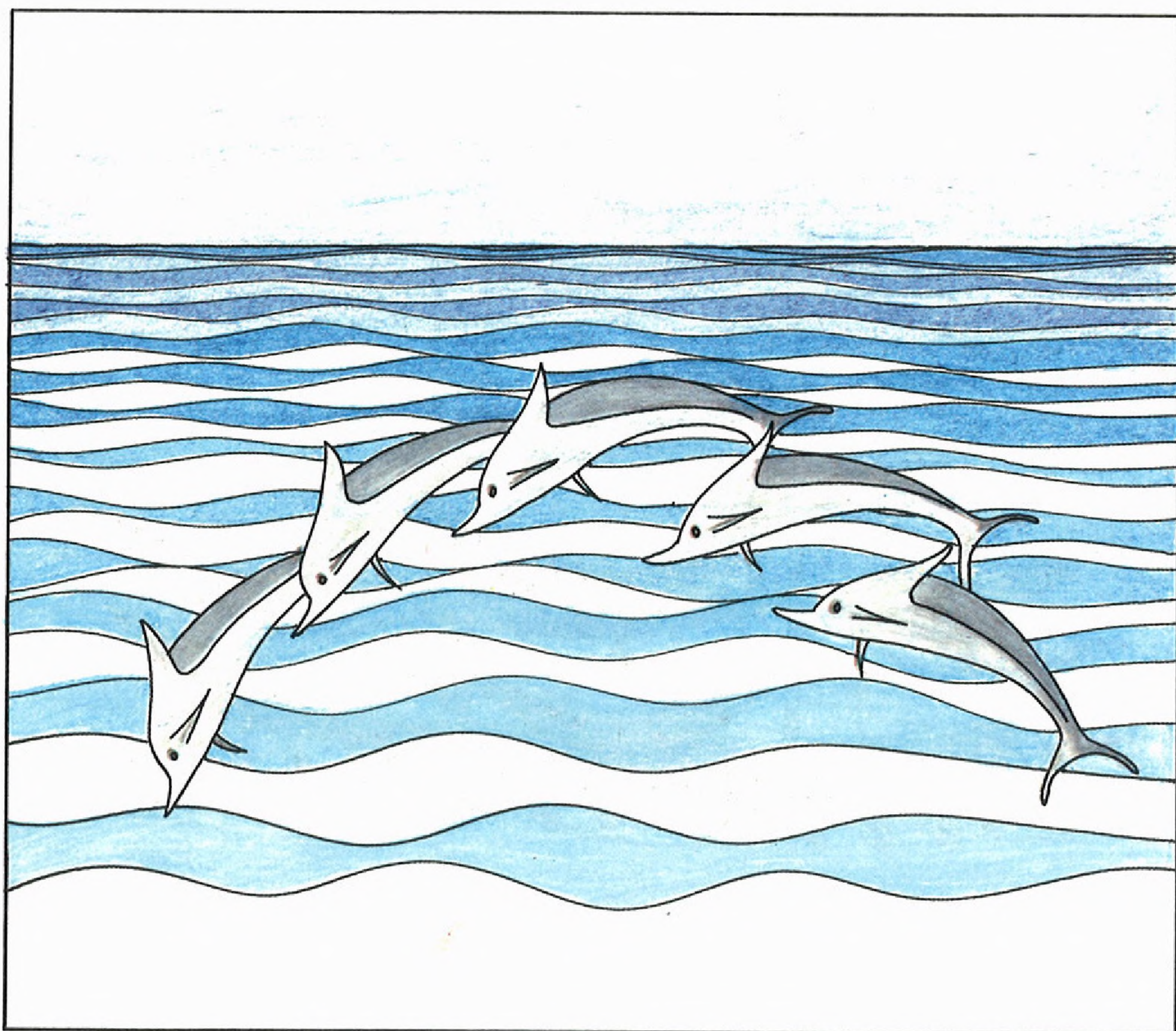


σχ. 50β. *Σκηνή τρίτη (συνέχεια). Τα πλοία ταξιδεύουν*

πολλάκις παρεκολύμβων δὲ καὶ δελφῖνες ὁτὲ μὲν εἰς τὴν θάλατταν καταδυόμενοι, ὁτὲ δὲ φαινόμενοι καθάπερ ἐπὶ τῆς ἀληθείας.

Συχνά κολυμπούν στο πλάι τους δελφίνια, άλλοτε βουτώντας μέσ' στη θάλασσα κι άλλοτε ξεπροβάλλοντας σαν να ήταν αληθινά(1) (σχ. 50γ).

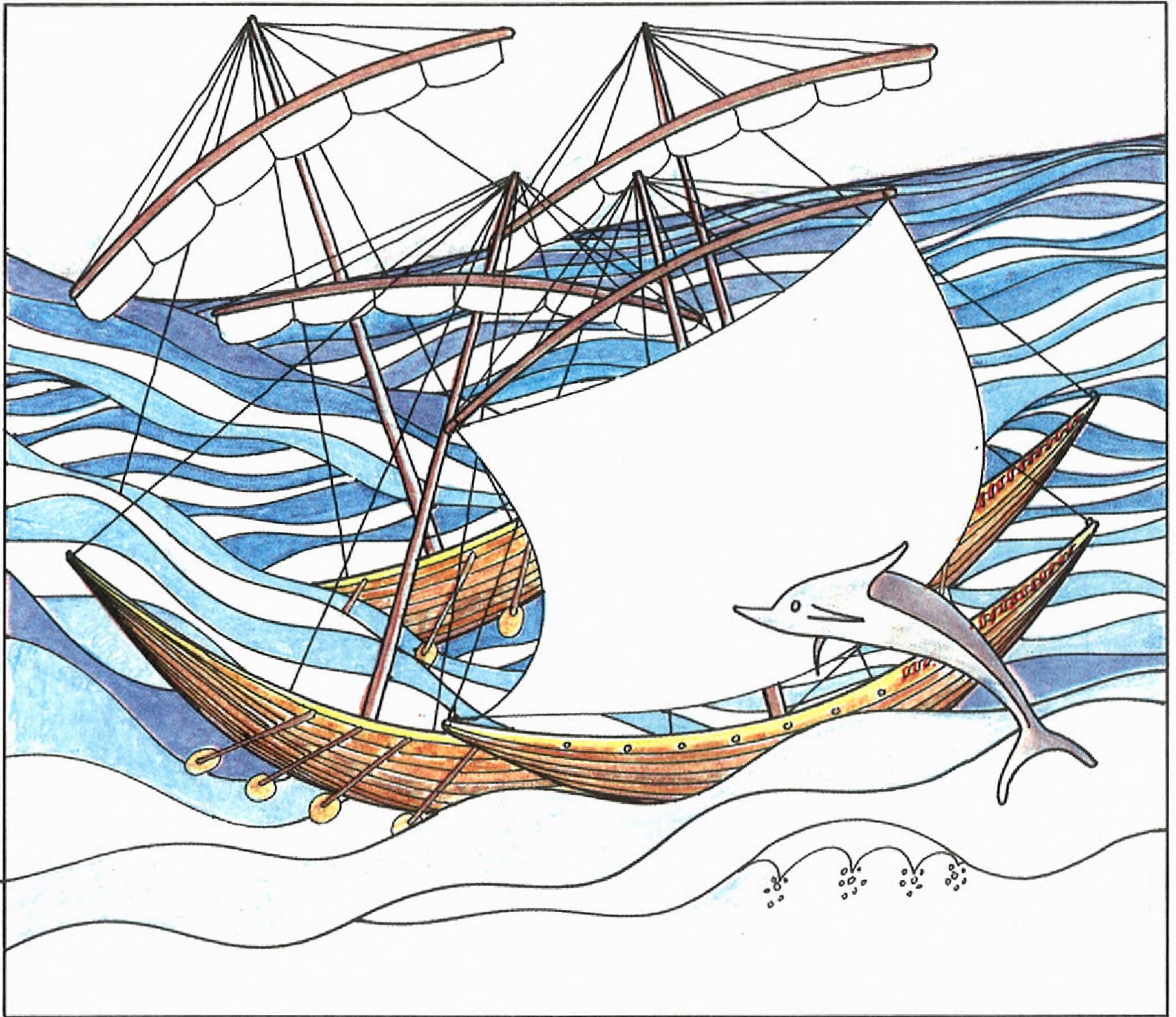
22.5 (1) *καθάπερ ἐπὶ τῆς ἀληθείας* / σαν την πραγματικότητα, σαν αληθινά



σχ. 50γ. *Σκηνή τρίτη (συνέχεια). Τα δελφίνια κολυμπούν*

κατὰ μικρὸν δὲ ἐφαίνετο χειμέριος ἡ θάλασσα, καὶ αἱ νῆες ἔτρεχον συνεχῶς.

Μετά από λίγο φαίνεται η θάλασσα να φουρτουνιάζει και τα πλοία τρέχουν συνεχώς (σχ. 50δ).

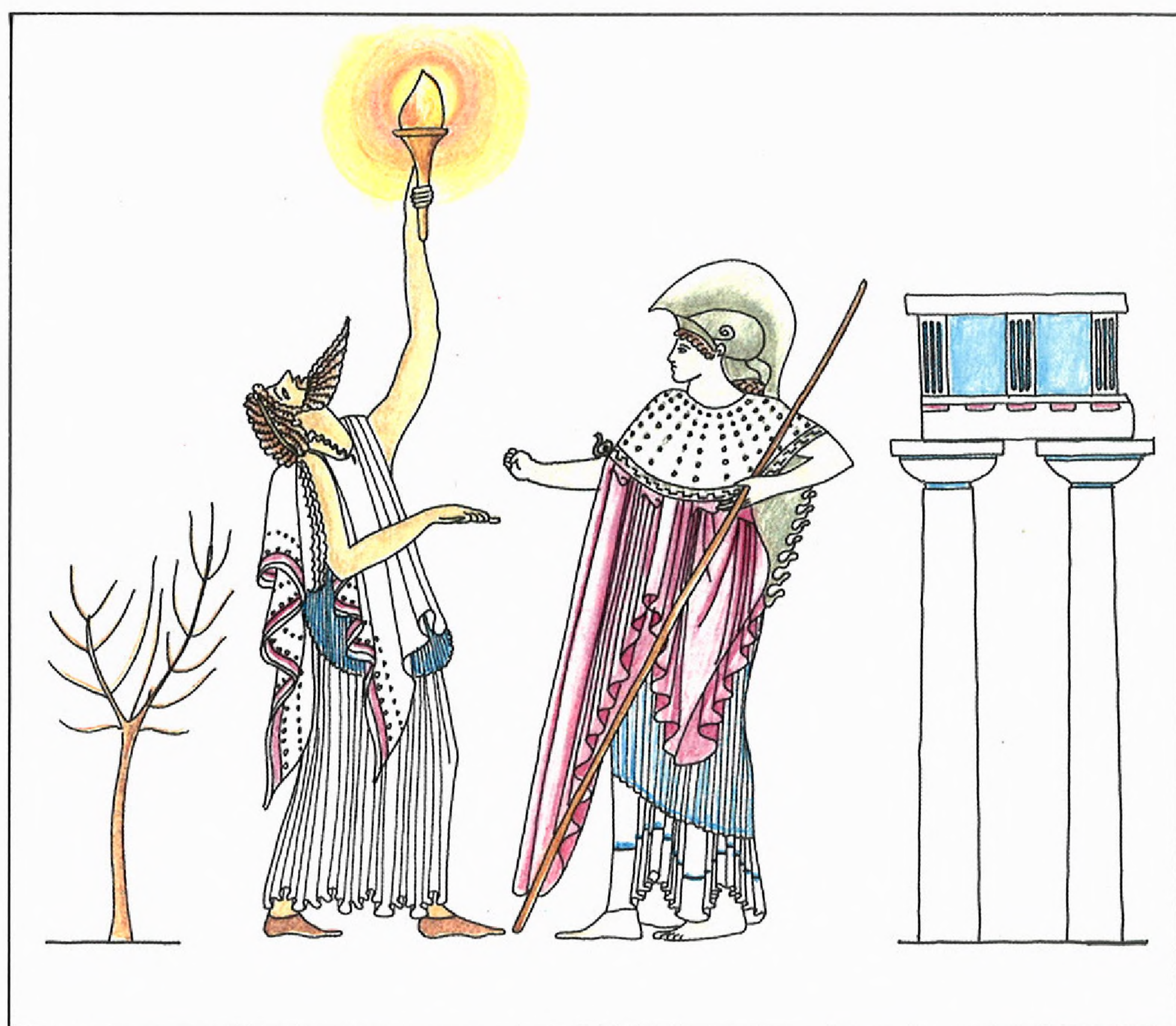


σχ. 50δ. *Σκηνή τρίτη (συνέχεια). Η θάλασσα φουρτουνιάζει*

Τέταρτη πράξη

κλεισθέντος δὲ πάλιν καὶ ἀνοιχθέντος, τῶν μὲν πλεόντων οὐδὲν ἐφαίνετο, ὁ δὲ Ναύπλιος τὸν πυρσὸν ἐξηρκὼς καὶ ἡ Ἀθηνᾶ παρεστῶσα,
6 *καὶ πῦρ ὑπὲρ τὸν πίνακα ἀνεκαύθη, ὡς ὑπὸ τοῦ πυρσοῦ φαινομένης ἄνω φλογός.*

Κι όταν κλείσει κι ανοίξει πάλι η αυλαία, δε φαίνεται κανένα πλεούμενο, αλλά εμφανίζεται ο Ναύπλιος κρατώντας τον πυρσό και η Αθηνά να στέκεται πλάι του.
6 Τότε φωτιά ανάβει πάνω στη σκηνή, που φαίνεται σαν φλόγα πάνω στον πυρσό (σχ. 51).



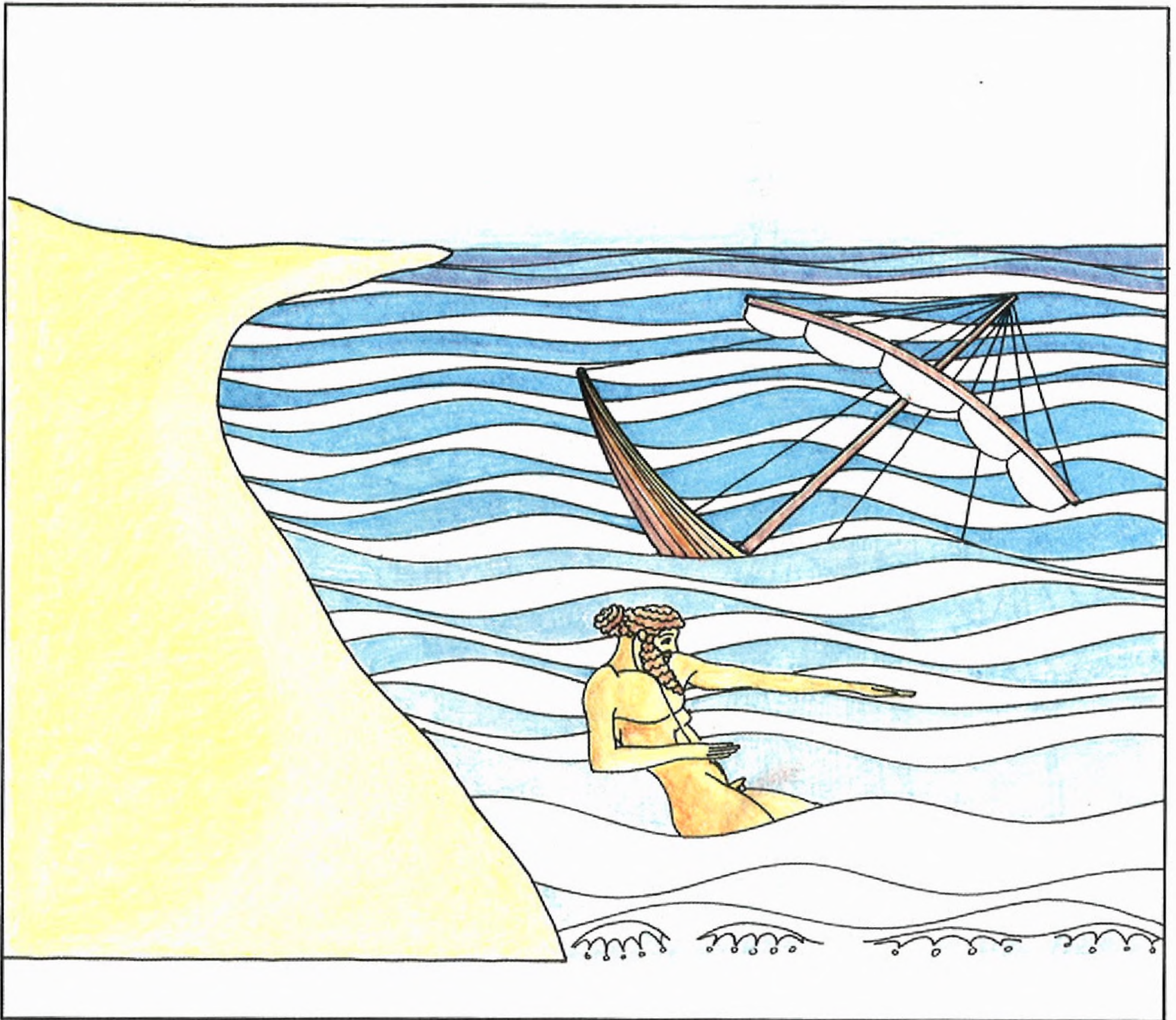
σχ. 51. *Σκηνή τέταρτη. Ο Ναύπλιος με τον πυρσό και η Αθηνά*

Πέμπτη πράξη

κλεισθέντος δὲ καὶ πάλιν ἀνοιχθέντος, ἡ τῶν νεῶν ἔκπτωσις ἐφαίνετο καὶ ὁ Αἴας νηχόμενος. <ἡ δὲ Ἀθηνᾶ> μηχανῆς τε καὶ ἄνωθεν τοῦ πίνακος ἐξήρθη,

Κλείνει κι ανοίγει πάλι η σκηνή και φαίνονται τα πλοία να βουλιάζουν και ο Αίαντας να κολυμπά. Και η Αθηνά με μηχανή(1) σηκώνεται πάνω από τη σκηνή.

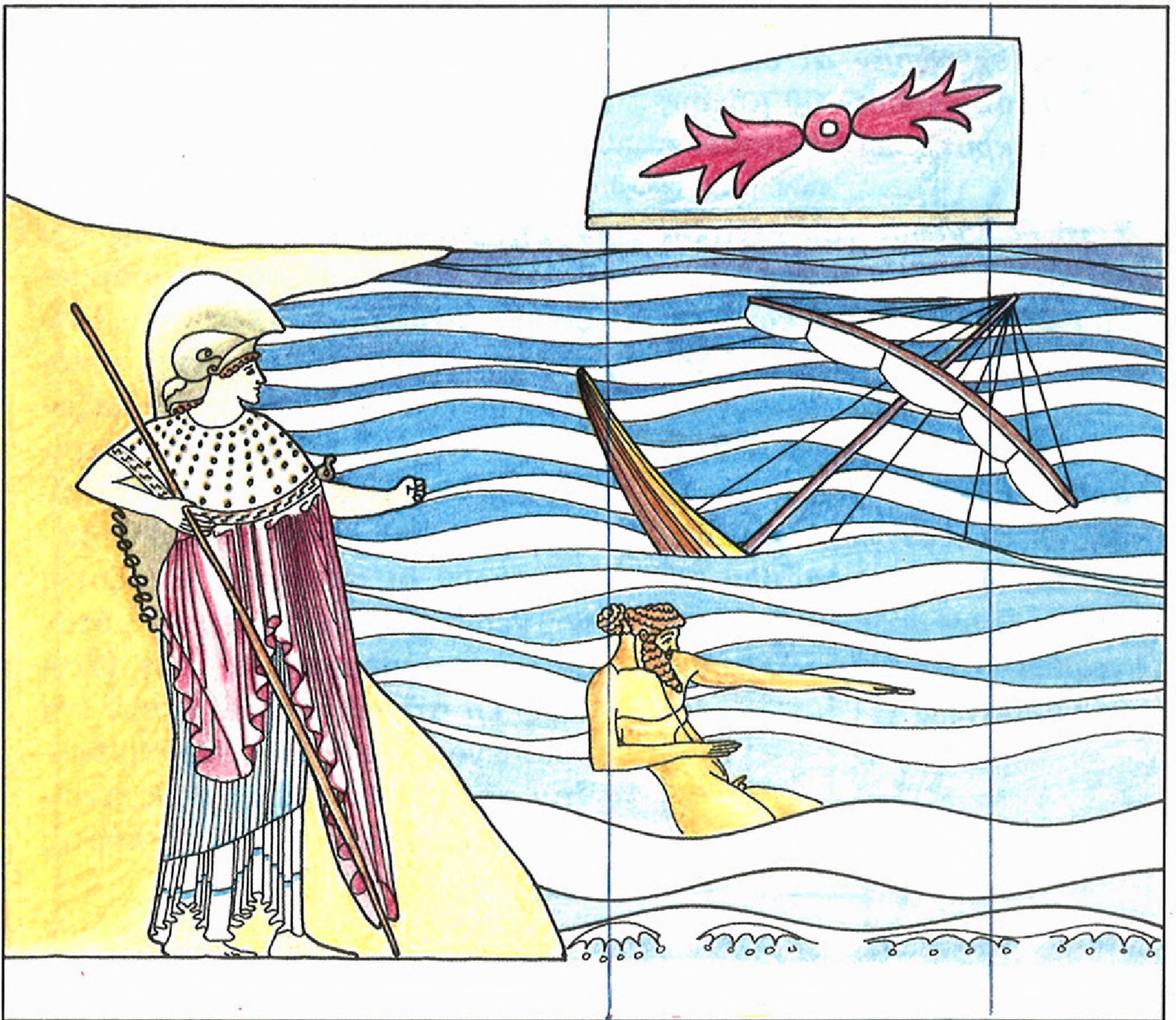
22.6 (1) *ἡ Ἀθηνᾶ μηχανῆς* / η Αθηνά με μηχανή, η από μηχανής Αθηνά



σχ. 52α. *Σκηνή πέμπτη. Τα πλοία βουλιάζουν και ο Αίαντας κολυμπά*

καὶ βροντῆς γενομένης ἐν αὐτῷ τῷ πίνακι κεραυνὸς ἔπεσεν ἐπὶ τὸν Αἴαντα, καὶ ἠφανίσθη αὐτοῦ τὸ ζῴδιον. καὶ οὕτως κλεισθέντος καταστροφὴν εἶχεν ὁ μῦθος. ἡ μὲν οὖν διάθεσις ἦν τοιαύτη.

Κι απ' τη σκηνή ακούγεται βροντή και πέφτει κεραυνός πάνω στον Αίαντα και η μορφή του χάνεται. Κι όταν η αυλαία κλείνει, τελειώνει ο μύθος. Τέτοια είναι λοιπόν η παράσταση (σχ. 52).



σχ. 52β. *Σκηνή πέμπτη (συνέχεια). Η Αθηνά και ο κεραυνός*

Κεφάλαιο 23

Ο μηχανισμός για να ανοίγουν και να κλείνουν οι πόρτες του θεάτρου σε προγραμματισμένα χρονικά διαστήματα

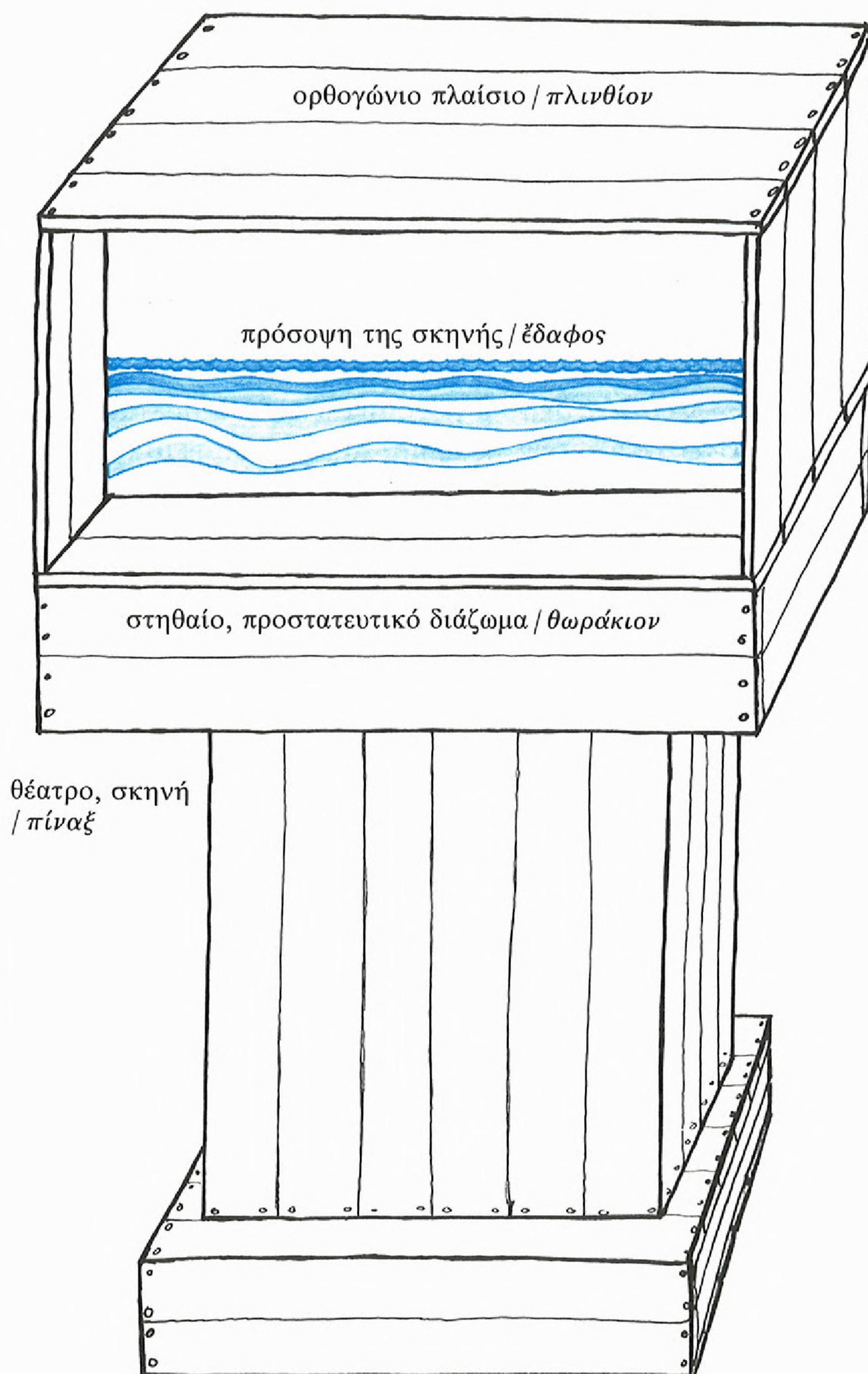
1 *Κατασκευάζειν δὲ δεῖ, καθάπερ ἐγράψαμεν, ἡλίκον ἂν βούλοιτό τις τὸν πίνακα ποιεῖν, τηλικοῦτον τῷ μεγέθει πλινθίον πήξαντα ἐκ σανίδων ἐλαφροτάτων πάνυ· πλάτος δὲ ἐχέτωσαν αἱ σανίδες τοῦ ἕκτου μέρους τοῦ μήκους τῶν μακροτέρων πλευρῶν.*

2 *τὸ δὲ ἔδαφος τοῦ πίνακος δεῖ καθαρμόζειν εἰς τὸ πλινθίον μέσον, ὑπὸ δὲ τὸ κάτω μέρος τοῦ πλινθίου θωράκιον κοῖλον ὑποπῆξαι ἀφανὲς εἰς τὸ ὄπισθεν μέρος, ᾧ καθαρμοσθεισῶν τῶν θυρῶν καταβήσονται οἱ στροφεῖς μῆκος ἔχοντες ὥστε καὶ τούτων κάτωθεν ἐπιστρεφομένων ἀνοίγεσθαι καὶ πάλιν κλείεσθαι τὰς θύρας.*

1 Πρέπει να φτιάξουμε λοιπόν ένα θεάτρο, δίνοντάς του όποια μορφή θέλουμε, όπως ήδη έχουμε γράψει. Έτσι στο μέγεθος του θεάτρου κατασκευάζουμε μιαν ορθογώνια σκηνή, ένα πλαίσιο[1] από πολύ ελαφριές σανίδες. Οι σανίδες πρέπει να έχουν πλάτος ίσο με το ένα έκτο του μήκους των μακρύτερων πλευρών τους.

2 Την πρόσοψη[1] της σκηνής του θεάτρου πρέπει να την προσαρμόσουμε στο μέσον του πλαισίου. Ενώ στο κάτω μέρος του πλαισίου τοποθετούμε ένα προστατευτικό διάζωμα, ένα στηθαίο[2], κούφιο εσωτερικά, που να μην φαίνεται από την πίσω μεριά. Στο στηθαίο αυτό θα κατεβαίνουν οι στροφείς, οι άξονες που περιστρέφουν τις πόρτες[3], όταν αυτές προσαρμοστούν στη θέση τους. Οι στροφείς αυτοί έχουν ένα ορισμένο μήκος και περιστρέφονται από το κάτω μέρος τους, ανοίγοντας και κλείνοντας τις πόρτες (σχ. 53).

23.1 (1) *πλινθίον, τό* / ορθογώνιο πλαίσιο
23.2 (1) *ἔδαφος, τό* / επιφάνεια, επίπεδο
τὸ ἔδαφος τοῦ πίνακος / η πρόσοψη της σκηνής, το επίπεδο των σκηνικών
(2) *θωράκιον, τό* / στηθαίο, προστατευτικό διάζωμα
(3) *στροφεύς, ὁ* / στροφέας, άξονας περιστροφής



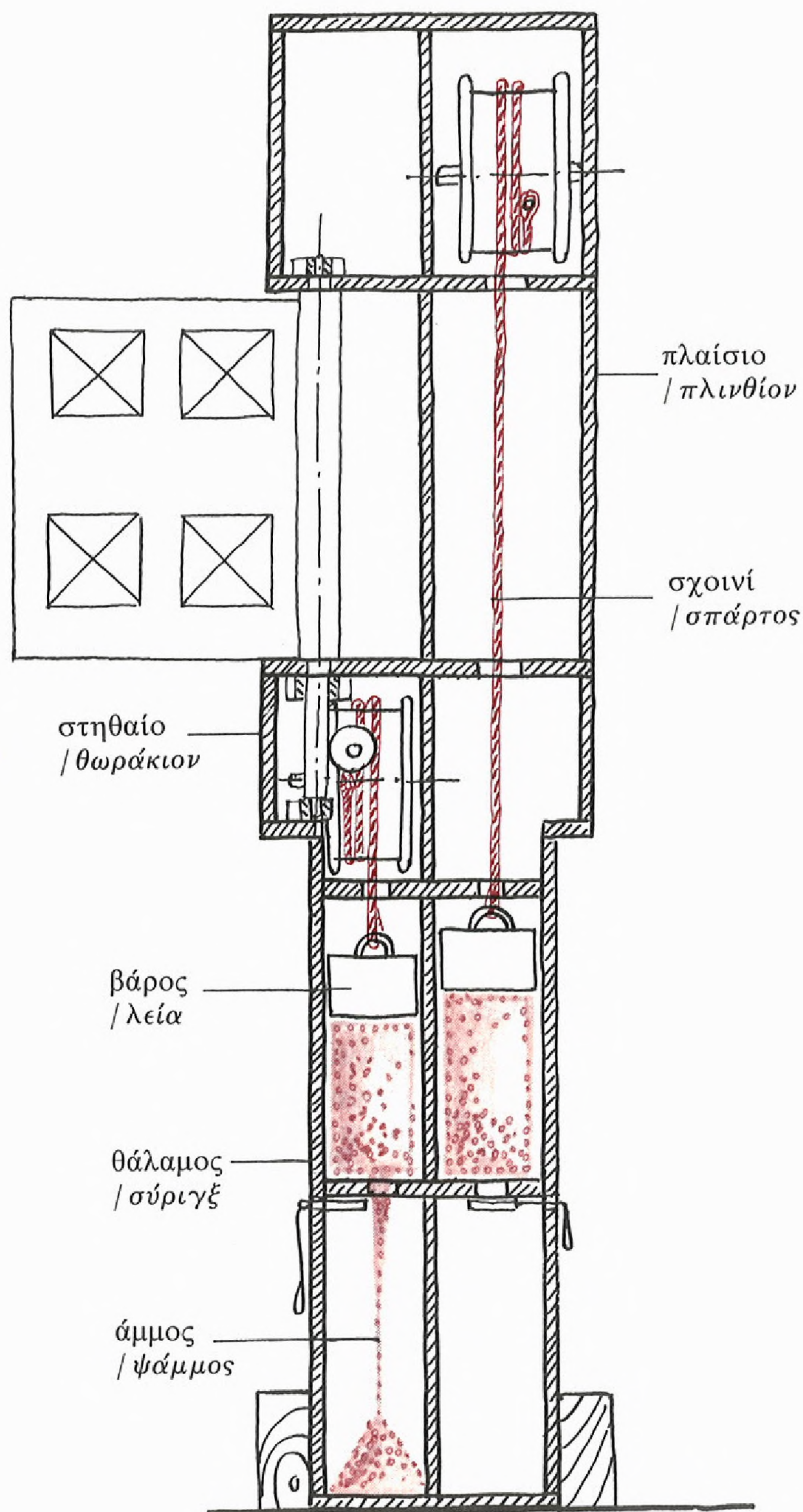
σχ. 53. *Η κατασκευή της σκηνής*

3 *Ἔστω οὖν τὸ θωράκιον ἐκ τῶν ἔμπροσθεν θεωρούμενον τὸ ΑΒ, στροφεῖς δὲ οἱ ἐκ τῶν θυρῶν καταβεβηκότες οἱ Γ, Δ. οὐκοῦν ἐάν τις ταῖς χερσὶν ἐπιστρέψῃ τοὺς στροφεῖς ἐφ' ἑκάτερον μέρος, ἀνοίξει καὶ κλείσει τὰς θύρας. ἵνα οὖν τοῦτο διὰ τῆς σπάρτου γίνηται αὐτόματον, ἑλκομένης αὐτῆς ὑπὸ τῆς λείας ἐν τῇ σύριγγι οὔσης ἐπὶ τῆς ψάμμου, παρατίθημι τοῖς στροφεῦσιν ἄξονα πλάγιον ἀφεστῶτα μικρὸν τῶν στροφέων τὸν ΕΖ, στρεφόμενον ἐντόρνως.*

3 Ας θεωρήσουμε λοιπόν ότι το στηθαίο αυτό, βλέποντάς το από μπροστά, είναι το ΑΒ, ενώ οι στροφείς που κατεβαίνουν από τις πόρτες οι Γ, Δ. Έτσι, αν λοιπόν περιστρέψει κανείς με τα χέρια του τους στροφείς και προς τις δύο κατευθύνσεις, οι πόρτες θα ανοίξουν και θα κλείσουν.

Για να γίνεται όμως αυτό αυτόματα[1], χρησιμοποιούμε ένα σχοινί που έλκεται από ένα βάρος, κινούμενο μέσα σε ένα θάλαμο πάνω σε άμμο. Δίπλα, και σε μικρή απόσταση από τους στροφείς, τοποθετούμε έναν άλλο οριζόντιο άξονα[2], τον ΕΖ, επεξεργασμένο στον τόρνο και ικανό να περιστρέφεται ελεύθερα (σχ. 54).

23.3 (1) *ἵνα αὐτόματον γίνηται* / για να γίνεται αυτόματα
(2) *πλάγιος ἄξων* / οριζόντιος άξονας



σχ. 54. *Ο κινητήριος μηχανισμός του σταθερού αυτομάτου (πλάγια τομή)*

4 *ἐτρύπησα δὲ ἑκάτερον τῶν στροφέων καὶ λαβὼν σπάρτον ἐπείλησα διπλῆν καὶ ἐνέβαλον τήνδε ἁπλῆν εἰς τὸ τρύπημα καὶ ἐπίουρον μετὰ κόλλης ἐνέκρουσα καὶ ἀπέλαβον αὐτήν, ὥστε μηκέτι ἐκσπᾶσθαι, ἀλλὰ μένειν ἀραρότως. τοῦτο δὲ ποιήσας ἀποκατέστησα τὰς ἀρχὰς περὶ τὸν ἄξονα τὴν μὲν κατὰ τὸ* ΓΔ *ἄνωθεν τοῦ ἄξονος, τὴν δὲ κατὰ τὸ* ΕΖ *κάτωθεν.*

4 Τρυπάμε κάθε έναν από τους στροφείς. Παίρνουμε ένα σχοινί, το τυλίγουμε διπλό και το περνάμε έτσι σαν μονό σχοινί στην τρύπα. Καρφώνουμε μετά μια σφήνα[1] αλειμμένη με κόλλα, και δένουμε πάνω στη σφήνα το σχοινί, για να μην ξεπιάνεται, αλλά να μένει σταθερό. Αφού κάνουμε αυτά, δένουμε τις άκρες του σχοινιού γύρω από τον άξονα. Τη μία προς τη μεριά των στροφέων ΓΔ πάνω από τον οριζόντιο άξονα, την άλλη από την κάτω μεριά του άξονα ΕΖ.

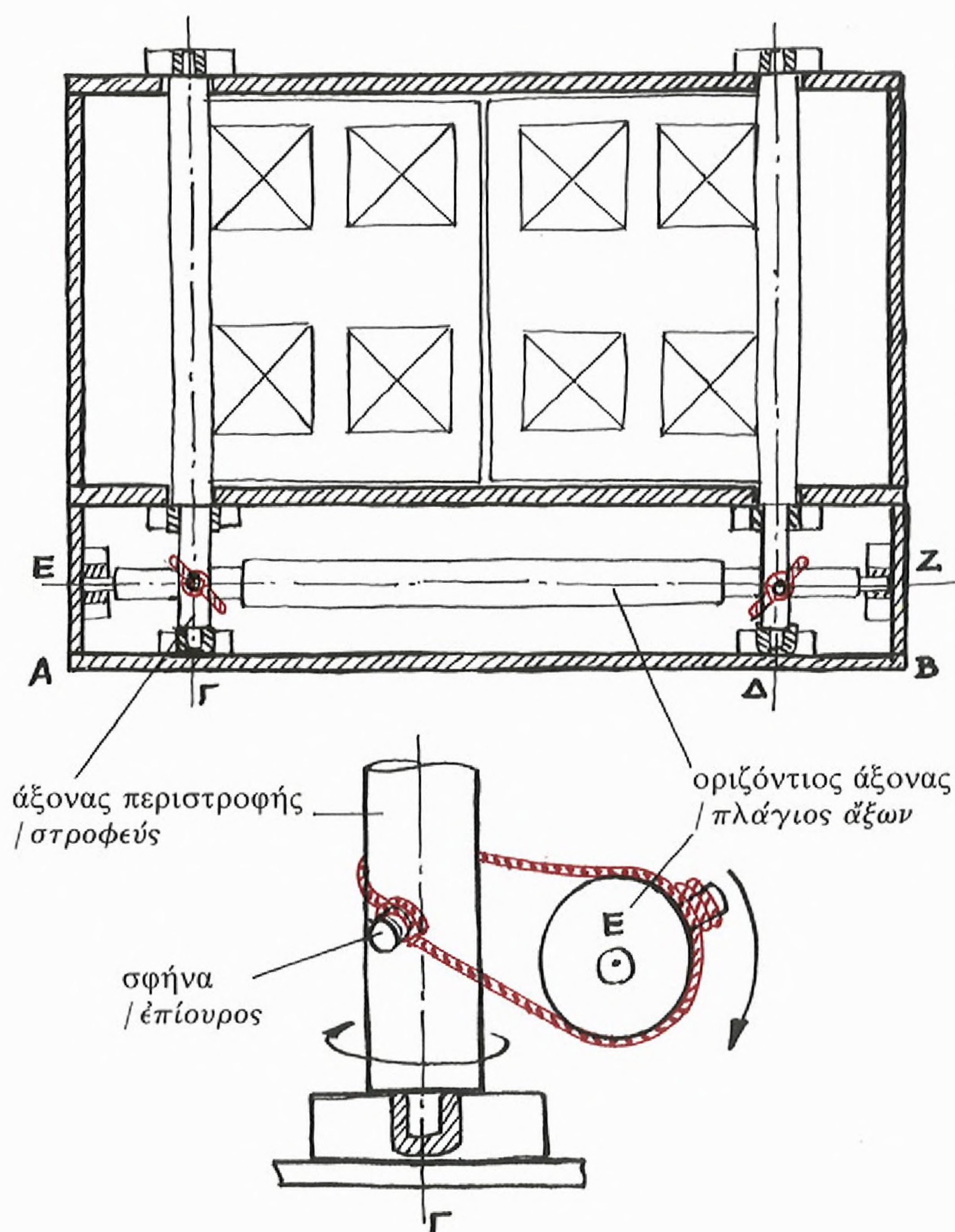
5 *τρυπήσας ὁμοίως τὸν ἄξονα ἑκάστην ἀρχὴν ἀπέλαβον ἐπιούροις ἀραρότως τισὶν εὖ μάλα τὰς σπάρτους, τὴν κατὰ τὸ* Ε *καὶ τὸ* Ζ. *αἱ δὲ σπάρτοι ἐπιστρέψουσι τοὺς στροφεῖς καὶ ἀνοίξουσι τὰς θύρας. ὅταν δὲ πάλιν τὰ ἐναντία ἐπιστρέφω τὸν ἄξονα, καὶ μέντοι ἀνεθήσονται, <οἱ δὲ στροφεῖς πάλιν τὰ ἐναντία ἐπιστραφήσονται> ὅθεν κλεισθήσονται αἱ θύραι.*

5 Με τον ίδιο τρόπο τρυπάμε τον άξονα ΕΖ και δένουμε κάθε μια από τις άκρες των σχοινιών καλά, σταθερά, με σφήνες καρφωμένες τη μία στο σημείο Ε και την άλλη στο Ζ. Τα σχοινιά περιστρέφουν τους στροφείς και ανοίγουν αρχικά τις πόρτες. Όταν πάλι περιστρέψουμε τον άξονα αντίθετα, τότε τα τεντωμένα σχοινιά θα χαλαρώσουν, (θα τεντωθούν στη συνέχεια αντίθετα,) οι στροφείς θα περιστραφούν και αυτοί αντίθετα και οι πόρτες θα κλείσουν (σχ. 55).

6 *οὕτως οὖν ἀπὸ μιᾶς κινήσεως ἅμα ἀμφότεραι αἱ θύραι ὁτὲ μὲν κλεισθήσονται, ὁτὲ δὲ*

6 Έτσι λοιπόν, με μία κίνηση, ταυτόχρονα και οι δύο πόρτες, άλλοτε κλείνουν και άλλοτε ανοίγουν.

23.4 (1) *ἐπίουρος, ὁ* / σφήνα, καβίλια



σχ. 55. *Ο μηχανισμός περιστροφής των θυρών*

ἀνοιχθήσονται. ἵνα οὖν διὰ τῆς λείας αὐτόματον τοῦτο γίνηται, ἐνέπηξα τύλους εἰς τὸν ἄξονα ἄνωθεν ἐφ᾽ ὧν τὰ Η *καὶ κάτωθεν ἐφ᾽ ὧν τὰ* Θ, *καὶ λαβὼν σπάρτον καὶ καταμετρησάμενος τὸ μῆκος πρὸς τὴν σύριγγα τὴν ἔχουσαν τὴν ψάμμον καὶ λείαν, ἐν ὁποίοις δὰν ᾖ διαστήμασιν, ἧψα ἀγκύλας. καὶ ἔστω σπάρτος μὲν ἡ* Κ, *ἀγκυλῖναι δὲ αἱ* Λ.

Και για να γίνεται αυτό αυτόματα με την επίδραση του βάρους, καρφώνουμε στον άξονα ξυλόκαρφα, πίρους[1], από το πάνω μέρος στα σημεία Η και από το κάτω μέρος στα σημεία Θ. Παίρνουμε σχοινί, μετράμε την απόσταση μέχρι το θάλαμο με την άμμο και το βάρος, και δένουμε θηλιές[2] σε ορισμένες αποστάσεις ανάμεσά τους. Έστω Κ το σχοινί και Λ οι θηλιές.

7 *τὴν πρώτην οὖν ἀγκύλην τὴν ἀπὸ τοῦ* Κ *περιτίθημι περὶ τὸν τύλον τὸν πρῶτον τὸν ἀπὸ τοῦ* Ε, *ἐπὶ τὸ* Η, *τὴν δὲ ἐσομένην ἀγκύλην περὶ τὸν κάτω τύλον τὸν* Θ *καὶ οὕτως ἑξῆς πάσας προσκολλῶν αὐτὰς περὶ τὸν* ΕΖ *ἄξονα κηρῷ τε μετὰ ῥητίνης. ἔστι δὲ κεκαλυμμένον τοῦτο παρακόλλημα.*

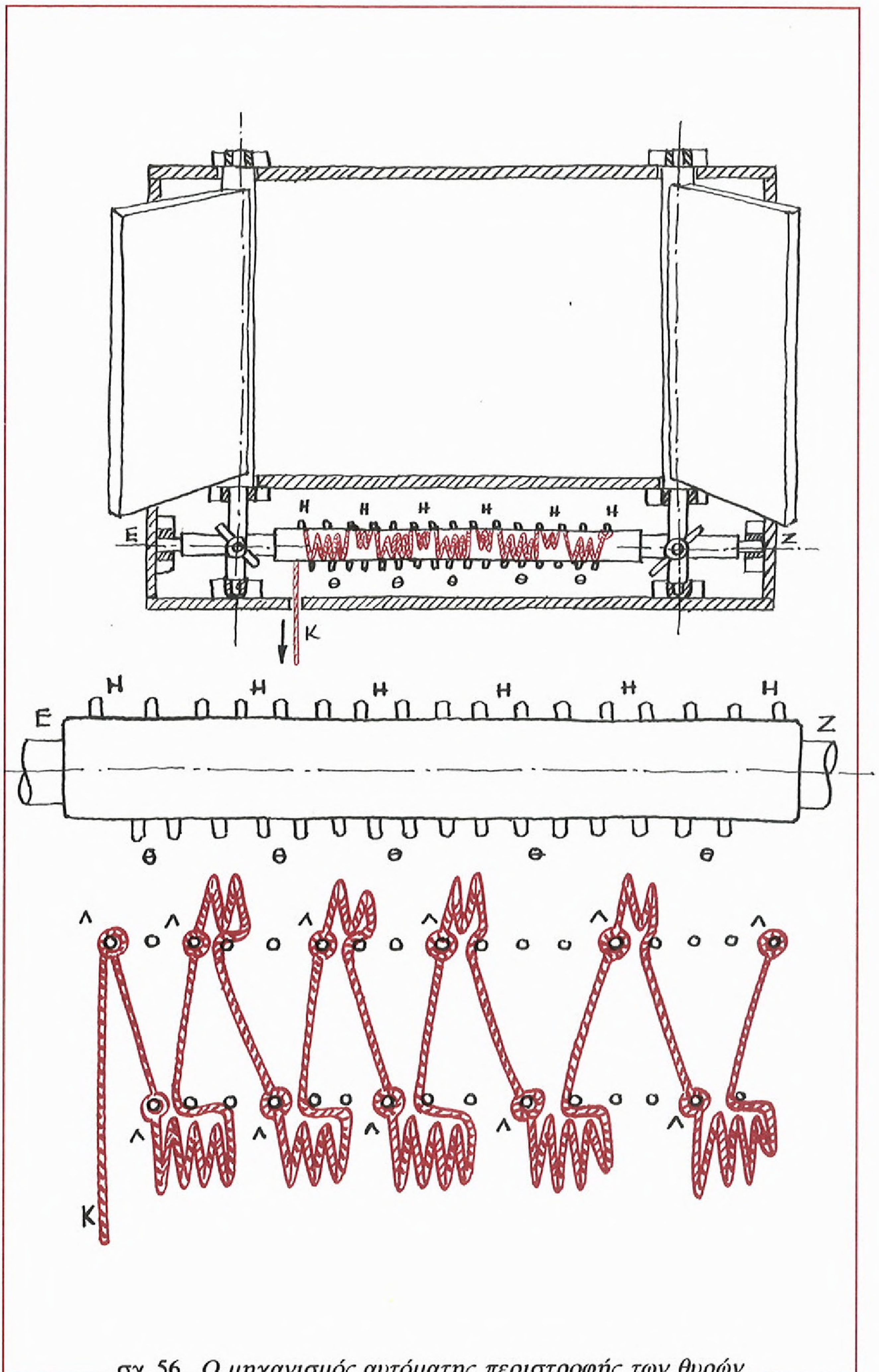
7 Την πρώτη θηλιά του σχοινιού Κ την περνάμε στον πίρο, που είναι πρώτος στη σειρά από το σημείο Ε και βρίσκεται στη θέση Η. Την επόμενη θηλιά την περνάμε στον κάτω πίρο Θ. Και έτσι με τη σειρά κολλάμε όλα τα σχοινιά με κερί και ρετσίνι στον άξονα ΕΖ. Τα κολλήματα αυτά τα καλύπτουμε (ώστε να μη φαίνονται).

8 *καὶ τὰ παραχαλασμάτια αὐτῶν πρὸς τὸν ἄξονα προσκολλῶ, ἵνα μή τινα αὐτῶν ταραχθέντα δυσέργειαν παρέχηται. ὅταν οὖν ἡ ἀρχὴ τῆς σπάρτου, ἐφ᾽ ἧς ἐστι τὸ* Κ, *ἐκδεθεῖσα ἐκ τῆς λείας ἕλκηται πράως, ἀνοίξει καὶ κλείσει τὸν πίνακα χρόνους καὶ διαλείμματα διδοῦσα.*

8 Και τις ελεύθερες περιελίξεις, τα χαλαρώματα[1] των σχοινιών τα κολλάμε κι αυτά στον άξονα, για να μην μπερδευτούν κάποια απ᾽ αυτά και προκαλέσουν εμπλοκή. Όταν λοιπόν το βάρος τραβήξει σιγά σιγά την άκρη του σχοινιού Κ, που είναι δεμένη μαζί του, η αυλαία θα ανοίξει και θα κλείσει σε χρόνους που καθορίζουν (τις πράξεις) και τα διαλείμματα του θεατρικού έργου (σχ. 56).

23.6 (1) *τύλος, ὁ* / ξυλόκαρφο, πίρος
(2) *ἀγκύλη, ἡ* / θηλιά

23.8 (1) *παραχαλασμάτιον, τό* / ελεύθερη περιέλιξη, χαλάρωμα σχοινιού



σχ. 56. *Ο μηχανισμός αυτόματης περιστροφής των θυρών*

Κεφάλαιο 24

Ο μηχανισμός για τις κινήσεις των Δαναών στην πρώτη πράξη της παράστασης

1 Ταῦτα μὲν οὖν οὕτως γίνεται. γινομένης δὲ τῆς πρώτης ἀνοίξεως ἡμῖν <ὑποδεικτέον> ἐστί, πῶς <δυνατόν ἐστι> ἐν τῷ πίνακι φανῆναι ζῴδια τεκταίνοντα· περιεμφανίσαι δὲ <δεῖ>, τίνι τρόπῳ τὴν κίνησιν λαμβάνει. δεῖ οὖν τὰ μὲν ἄλλα πάντα μέρη τῶν ζῳδίων ἐν τῷ ἐδάφει τοῦ πίνακος γεγράφθαι διαθέσεις ἔχοντα πιθανωτάτας, τὰς δεξιὰς δὲ χεῖρας μὴ γεγραμμένας ἐν τῷ πίνακι, προσκεῖσθαι δὲ κερατίνας ἐξ ἐλαφρῶν κεράτων λεπτὰς εὖ μάλα κατειργασμένας, ἵνα προσπίπτωσι καὶ μηδὲν δῆλον ἀπόστημα ἔχωσι.

2 δεῖ δέ καὶ τὰ ἀρμένια, ἐν οἷς ἐργάζονται, κεράτινα εἶναι, προσκεῖσθαι δὲ ἐν ταῖς χερσὶ καὶ ἀπογεγράφθαι τὰς χεῖρας ὁμοχρόους τοῖς ἄλλοις σώμασι καὶ τὰ ἀρμένια, ὡς προσῆκόν ἐστιν.

Ἔστω οὖν ἡ χεὶρ ἡ ΑΒ. ἐτρύπησα οὖν αὐτὴν κατὰ τὸν ὦμον καὶ ἐποίησα τὸ τρύπημα τετράγωνον, ὡς γέγραπται,

1 Αυτά λοιπόν έτσι γίνονται. Κι όταν για πρώτη φορά ανοίξουν οι πόρτες του θεάτρου, πρέπει να παρουσιαστούν στη σκηνή μορφές που εργάζονται[1]. Θα εξετάσουμε τώρα με ποιόν τρόπο γίνεται η κίνηση.

Πρέπει λοιπόν όλα τα μέλη των μορφών να είναι ζωγραφισμένα στην πρόσοψη της σκηνής και να έχουν στάσεις πολύ φυσικές. Όμως τα δεξιά χέρια των μορφών δεν πρέπει να είναι ζωγραφισμένα στη σκηνή, αλλά πρέπει να είναι πρόσθετα, κεράτινα, λεπτά, πολύ καλά κατεργασμένα, φτιαγμένα από ελαφρά κέρατα, για να εφάπτονται καλά και να μην έχουν φανερή απόσταση (από την πρόσοψη της σκηνής).

2 Και τα εργαλεία[1], με τα οποία εργάζονται οι μορφές, πρέπει να είναι κεράτινα και προσαρμοσμένα στα χέρια. Τα χέρια πρέπει να είναι ζωγραφισμένα στο ίδιο χρώμα με το υπόλοιπο σώμα και τα εργαλεία με τα χρώματα που τους ταιριάζουν.

Ας θεωρήσουμε λοιπόν το χέρι ΑΒ. Του ανοίγουμε στο ύψος του ώμου μια τρύπα και της δίνουμε τετράγωνο σχήμα όπως φαίνεται στο σχέ-

---

24.1 (1) *ζῴδια τεκταίνοντα* / μορφές που εργάζονται
24.2 (1) *ἀρμένιον, τό* / εργαλείο

καὶ λαβὼν κεράτινον ἐπίουρον ἐνήρμοσα εἰς μὲν τὸν ὦμον τετράγωνον ποιήσας καὶ ἐνεκόλλησα, τὸ δὲ λοιπὸν τοῦ ἐπιούρου στρογγύλον καὶ λεῖον καλῶς.

διο[2]. Παίρνουμε έναν κεράτινο πίρο[3], διαμορφώνουμε τη μία του άκρη τετράγωνη, την προσαρμόζουμε στον ώμο και την κολλάμε, ενώ το υπόλοιπο τμήμα του πίρου το κάνουμε στρογγυλό και πολύ λείο.

3 *τρυπήσας δὲ κατὰ τοῦ δεξιοῦ ὤμου ἐδίωσα τὸν ἐπίουρον καλῶς, ἕως οὗ προσκαθίσῃ τὸ χερίον εἰς τὸ ζῴδιον. ἐὰν οὖν καταλάβωμεν τοῖς δακτύλοις ἐκ τῶν ὄπισθεν μερῶν τοῦ πίνακος τὸ ὑπερέχον τοῦ ἐπιούρου στρέφοντες, κινηθήσεται τὸ χερίον. ὅπως οὖν ὑπὸ τῆς λείας αὐτόματον κινῆται, ποιῶ κανόνιον τὸ ΓΔ καὶ τρυπῶ κατὰ τὸ Θ καὶ τὸν ἐπίουρον τὸν ἐκ τῆς χειρὸς ὑπερέχοντα εἰς τὸ ὄπισθεν μέρος τοῦ πίνακος ἐναρμόζω εἰς τὸ τοῦ κανονίου τρύπημα ἀραρότως καὶ ἐγκολλῶ, ἵνα κινουμένου τοῦ κανονίου κινῆται καὶ τὸ πρὸς τῷ ὤμῳ. τὸ δὲ κανόνιον τοῦτο καλεῖται ὕσπλήγγιον.*

3 Τρυπάμε κατόπιν το δεξιό ώμο της ζωγραφισμένης μορφής και πιέζουμε τον πίρο καλά, μέχρις ότου το χέρι έρθει σε επαφή με τη μορφή. Αν πιάσουμε τώρα με τα δάχτυλα, από το πίσω μέρος του πίνακα, το τμήμα του πίρου που προεξέχει και το περιστρέψουμε, το χέρι θα κινηθεί.

Για να κινείται όμως το χέρι αυτόματα με την επίδραση του βάρους, κατασκευάζουμε ένα μικρό ξύλινο κανόνα[1], τον ΓΔ, και του ανοίγουμε μια τρύπα στο σημείο Θ. Στην τρύπα αυτή του κανόνα προσαρμόζουμε σταθερά και κολλάμε τον πίρο του χεριού, που προεξέχει στο πίσω μέρος του πίνακα. Έτσι όταν κινηθεί ο κανόνας, κινείται και ο πίρος που είναι προσαρμοσμένος στον ώμο. Ο κανόνας αυτός ονομάζεται καταπέλτης[2].

4 *εἰς τὸ ἓν οὖν μέρος τοῦ ὑσπληγγίου τρυπήσας ἐξέδησα σπάρτον καὶ ἐκρέμασα λείαν μολιβδίνην τὴν Ι καὶ ὑπέπηξα ἐπίουρον ὑπὸ τὸ ἄκρον τοῦ ὕσπληγγος, τὸ Ζ, ἵνα ἐπαναπαύηται τοῦ ὑσπληγγίου*

4 Στη μια μεριά λοιπόν του καταπέλτη ανοίγουμε μια τρύπα, δένουμε ένα σχοινί και κρεμάμε ένα μολύβδινο βάρος, το Ι. Κάτω από την άκρη του καταπέλτη σφηνώνουμε ένα ξύλινο πίρο, τον Ζ, για να στηρίζεται σ' αυτόν η άκρη του καταπέλ-

---

(2) *ὡς γέγραπται* / όπως είναι σχεδιασμένο
(3) *ἐπίουρος, ὁ* / σφήνα, πίρος
24.3 (1) *κανόνιον, τό* / μικρή ξύλινη ράβδος, κανόνας
(2) *ὑσπλήγγιον, τό* / τεντωμένο σχοινί, σύστρεμμα νεύρων, σαν αυτό που χρησιμοποιούν στους καταπέλτες, (εδώ μεταφορικά: καταπέλτης)

τὸ ἄκρον. οὐκοῦν ἐὰν τῷ δακτύλῳ κάτω βαρήσωμεν τὸ ὑσπλήγγιον κατὰ τὸ Γ μέρος, μετεωρισθήσεται τὸ Δ μέρος σὺν τῇ λείᾳ· ἐὰν δὲ ἀφῶμεν, καταπεσεῖται ἐπὶ τὸν ἐπίουρον ἐπισπωμένης τῆς λείας καὶ ψόφον ποιήσει.

5 *ἐπιδώσει δὲ καὶ τῇ χειρὶ τὴν κίνησιν ἐν τῷ ἔμπροσθεν μέρει τοῦ πίνακος. ἵνα οὖν πυκνῶς καὶ αὐτομάτως κινῆται, παρατίθημι τὸν ἀστερίσκον στρεφόμενον περὶ ἐπίουρον ἐμπεπηγότα τῷ ἐδάφει τοῦ πίνακος ἀραρότως. ἔξει δὲ ὁ ἀστερίσκος προσόντα αὐτῷ προσφυῆ τρόχιλον τὸν Η, περὶ ὃν ἡ σπάρτος περιειληθεῖσα πολλάκις ἀποδοθήσεται τῇ λείᾳ, ἵνα ἐπισπωμένη ἡ λεία κατὰ μικρὸν ἐπιστρέφῃ τὸν ἀστερίσκον καὶ ὁ ἀστερίσκος ταῖς στροφαῖς τὸν ὕσπληγγα κρούῃ πυκνά.*

6 *τὸ δὲ ἔσχατον μέρος τῆς σπάρτου ἀγκυλωθὲν περὶ τὸν τύλον περιτίθεται ἐφ' οὗ τὸ Η. ὅταν μηκέτι τὴν χεῖρα κινεῖσθαι, ἀποσχασθεῖσα ἀπὸ τοῦ τύλου περιγνοίῃ.*

τη. Αν λοιπόν πιέσουμε με το δάχτυλο τον καταπέλτη προς τα κάτω, από τη μεριά του σημείου Γ, θα ανασηκωθεί η μεριά Δ μαζί με το βάρος. Κι αν τον αφήσουμε, παρασυρόμενος από το βάρος, θα πέσει και θα κάνει κρότο, θα προκαλέσει τον ήχο ενός κτύπου[1].

5 Ταυτόχρονα θα μεταδώσει την κίνηση και στο χέρι που βρίσκεται στη μπροστινή μεριά της σκηνής.

Για να γίνονται όμως οι κινήσεις αυτές αυτόματα και με ορισμένη συχνότητα[1], τοποθετούμε δίπλα στο χέρι έναν αστεροειδή, ακτινωτό οδοντωτό τροχό[2], που στρέφεται γύρω από έναν πίρο σφηνωμένο γερά στην πρόσοψη της σκηνής. Στον ακτινωτό τροχό είναι ακόμα προσαρμοσμένη και ενσωματωμένη μια μικρή τροχαλία[3], η Η. Γύρω από την τροχαλία τυλίγουμε πολλές φορές το σχοινί και το συνδέουμε με το βάρος, ώστε πέφτοντας το βάρος, να περιστρέφει σιγά σιγά τον ακτινωτό τροχό, και με τις στροφές του αυτές ο ακτινωτός τροχός να χτυπά με ορισμένη συχνότητα τον καταπέλτη.

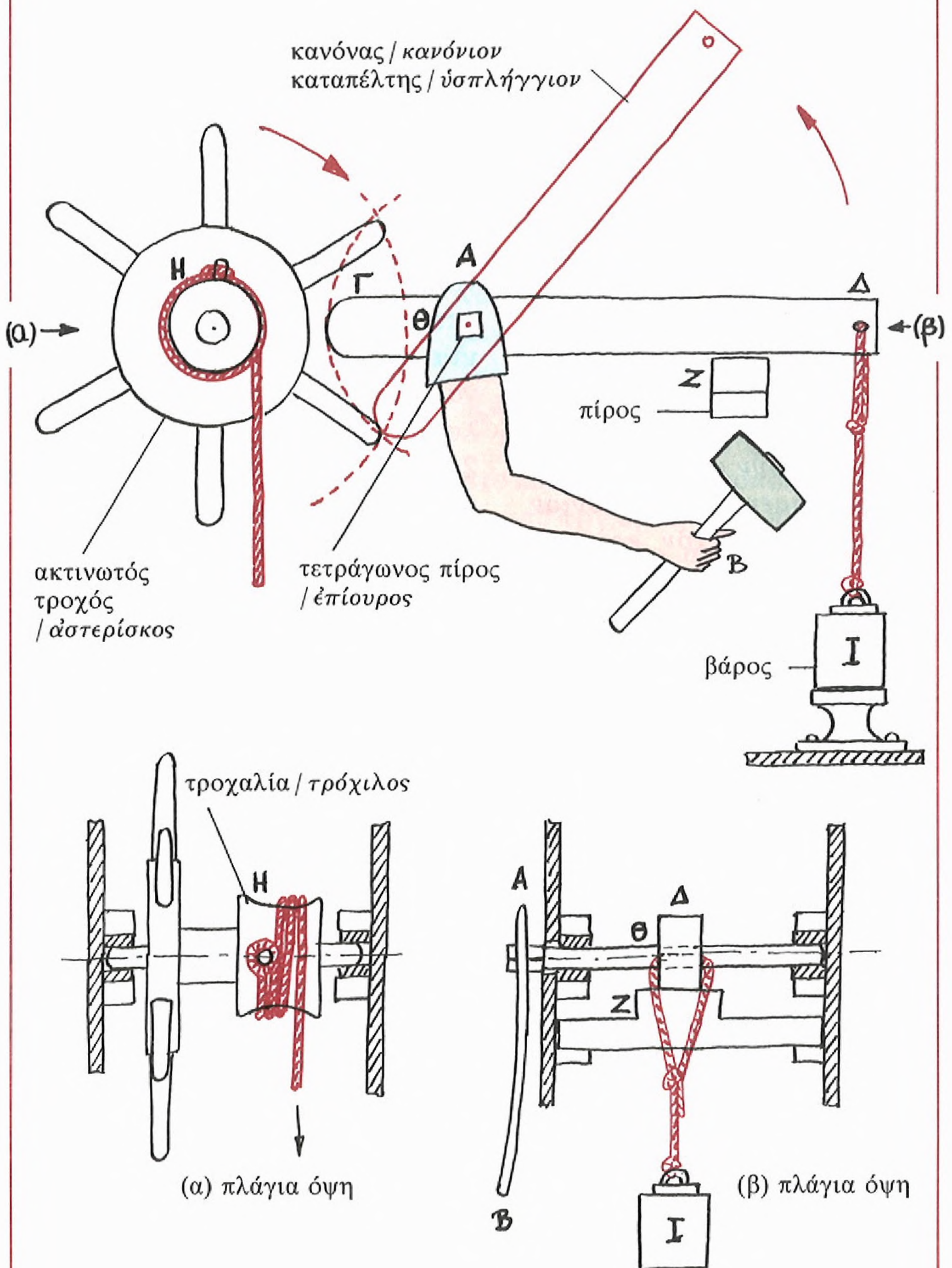
6 Στην άλλη άκρη του σχοινιού κάνουμε μια θηλιά και τη στερεώνουμε γύρω από το ξυλόκαρφο που βρίσκεται στην τροχαλία Η. Όταν το χέρι δεν κινείται πιά, η θηλιά, αφού ξεπιαστεί από το ξυλόκαρφο, πέφτει κάτω (σχ. 57).

24.4 (1) *ψόφος, ὁ* / κτύπος, κρότος

24.5 (1) *πυκνῶς* / συχνά

(2) *ἀστερίσκος, ὁ* / αστεροειδής, ακτινωτός οδοντωτός τροχός

(3) *τρόχιλος, ὁ* / τροχαλία



σχ. 57. *Ο μηχανισμός για την αυτόματη κίνηση των χεριών*

Κεφάλαιο 25

Το πέρασμα από την πρώτη στη δεύτερη πράξη της παράστασης και ο μηχανισμός αλλαγής των σκηνικών

1 *Τὰ μὲν περὶ τοὺς τεκτονεύοντας οὕτως ἐν τῷ πίνακι γίνεται. κλεισθέντος δὲ καὶ μετὰ ταῦτα ἀνοιχθέντος, δεῖ τοὺς μὲν τεκτονεύοντας μηκέτι φαίνεσθαι, τὰς δὲ ναῦς καθελκομένας.*

2 *Γίνεται οὖν καὶ τοῦτο, καθὼς μέλλομεν λέγειν. ὀθόνιον δεῖ λαβεῖν λεπτὸν καὶ πυκνόν, ἴσον ἔχον μέγεθος τῷ τοῦ πίνακος ἐδάφει, τοῦτο δὲ χρίσαντας ὑγροτάτῳ λευκῷ χρωματίῳ, ἵνα εὐλύτως δύνηται συνειλεῖσθαι, ζωγραφῆσαι τὰς καθελκομένας ναῦς καὶ προσθέντας πρὸς τὸν πίνακα τὸ μέν ἄνω μέρος προσηλῶσαι κεντρίοις πρὸς τὸ τοῦ πίνακος ἐπίπεδον ὑπ' αὐτὴν τὴν τοῦ πλινθίου πλευράν, πρὸς δὲ τὸ κάτω μέρος τοῦ ὀθονίου προσάψαι χαλκοῦν ὀβελίσκον δι' ὅλου πάχος ἔχοντα σύμμετρον,*

3 *ἵνα εἰλοῦντες περὶ τὸν ὀβελίσκον τὸ ὀθόνιον εἰς τὸ ἄνω μέρος τοῦ πίνακος καὶ συ-*

1 Έτσι γίνονται λοιπόν στη σκηνή οι ξυλουργικές εργασίες (των Δαναών). Κι όταν κλείσει και ανοίξει μετά η αυλαία, δεν πρέπει να φαίνονται (οι Δαναοί) να δουλεύουν, αλλά να καθελκύουν, να ρίχνουν στη θάλασσα τα πλοία.

2 Και αυτό γίνεται όπως θα δείξουμε παρακάτω.

Παίρνουμε ένα κομμάτι λεπτό και πυκνόφαντο λινό ύφασμα για σκηνικό[1], με διαστάσεις ίσες με εκείνες της πρόσοψης της σκηνής. Το σκηνικό αυτό το βάφουμε με πολύ αραιωμένο λευκό χρώμα, για να μπορεί να τυλίγεται εύκολα, και πάνω του ζωγραφίζουμε τα πλοία που οι Δαναοί σέρνουν στη θάλασσα. Το στερεώνουμε στη σκηνή, καρφώνοντας το πάνω μέρος του με βελονάκια[2] πάνω στην επιφάνεια της σκηνής και κάτω από την οροφή του πλαισίου. Στο κάτω μέρος του σκηνικού δένουμε μια χάλκινη ράβδο[3].

3 Έτσι τυλίγοντας το σκηνικό γύρω από τη ράβδο, το ανεβάζουμε στο επάνω μέρος της σκηνής, κι α-

---

25.2 (1) *ὀθόνιον, τό* / λεπτό λινό ύφασμα, σκηνικό, οθόνη
(2) *κεντρίον, τό* / καρφάκι, βελόνι, βελονάκι
(3) *ὀβελίσκος, ὁ* / βέργα, ράβδος, σούβλα

στρέψαντες καλῶς κρατήσωμεν ὑπὸ τὴν πλευρὰν τοῦ πλινθίου καί, ὅταν βουλώμεθα, ἀφῶμεν, ἀφεθὲν δὲ τὸ ὀθόνιον ἐξελίσσηται ὑπὸ τοῦ βάρους τοῦ ὀβελίσκου καὶ συντόμως ἀπειλισσόμενον καλύψη τὰ ἐν τῷ πίνακι γεγραμμένα.

4 *τοῦτο οὖν δεῖ γενέσθαι κεκλεισμένου τοῦ πίνακος αὐτόματον. ἐν δὲ τῷ προτέρῳ δεῖ μένειν αὐτὸ συνειλημένον ἄνω. γίνεται οὖν οὕτως. ὅταν εἰληθῇ καλῶς εἰς τὸ ἄνω μέρος καὶ τεθῇ ὑπὸ τὴν πλευρὰν τοῦ πλινθίου, ὑποκάτω τοῦ εἰλήματος παρ' αὐτῷ ἐτρυπήθη εἰς τὸ ἔδαφος τοῦ πίνακος, καὶ ὠθήθη διὰ τοῦ τρυπήματος ἐκ τοῦ ὄπισθεν μέρους τοῦ πίνακος εἰς τὸ ἔμπροσθεν μέρος ἀγκύλη σπάρτου, ἕως μὲν προεῖχε σύμμετρόν τι διάστημα καὶ ἐπιούρῳ ἀποληφθῇ ἀραρότως.*

5 *ἡλίκον δὲ δεῖ εἶναι, αὐτὸ τὸ πρᾶγμα δείξει. εἶτα κατ' αὐτὸ τὸ ἐν τῷ ἐδάφει τρύπημα τρυπῶ παρὰ τὴν πλευρὰν τοῦ πλινθίου τρύπημα εὐρύτερον τοῦ κάτω καὶ διαρρινῶ αὐτό, ὅπως πλείω. καὶ περὶ τοῦτο εἰλημένον τοῦ ὀθονίου περισφίγξαι εἰς τὴν ἀγκύλην*

φού το τυλίξουμε καλά, το συγκρατούμε κάτω από την οροφή του πλαισίου. Κι όταν θέλουμε, το αφήνουμε, οπότε το σκηνικό ξετυλίγεται γρήγορα, κάτω από το βάρος της ράβδου, και καλύπτει όσα είναι ζωγραφισμένα πάνω στη σκηνή.

4 Τούτο λοιπόν πρέπει να γίνεται αυτόματα, κατά τη διάρκεια που είναι κλειστή η σκηνή, ενώ προηγουμένως το σκηνικό πρέπει να μένει τυλιγμένο επάνω. Κι αυτό γίνεται ως εξής.

Όταν το σκηνικό τυλιχτεί καλά στο πάνω μέρος και τοποθετηθεί κάτω από την οροφή του πλαισίου, ανοίγουμε κάτω από το τυλιγμένο πανί και κοντά σ' αυτό μια τρύπα στην πρόσοψη της σκηνής. Μέσα απ' την τρύπα περνάμε, από το πίσω μέρος της σκηνής προς το μπροστινό της μέρος, τη θηλιά του σχοινιού, την αφήνουμε να προεξέχει μιαν ορισμένη απόσταση, και στερεώνουμε την άλλη άκρη του σχοινιού σταθερά με μια σφήνα.

5 Πόση θα είναι η απόσταση αυτή, προκύπτει από τα ίδια τα πράγματα[1]. Έπειτα, ακριβώς στο ίδιο κάθετο επίπεδο με την τρύπα στην πρόσοψη της σκηνής, ανοίγουμε στην οροφή του πλαισίου μιαν άλλη τρύπα, μεγαλύτερη από την κάτω, και την λιμάρουμε[2] για να γίνει λεία. Σφίγγουμε με τη θηλιά το τυλιγμένο

25.5 (1) *τὸ πρᾶγμα δείξει* / προκύπτει από τα πράγματα, θα το δείξει η πράξη
(2) *διαρρινῶ* / λιμάρω

καὶ διῶσαι διὰ τρυπηματίου τοῦ ἐν τῇ πλευρᾷ καὶ ἄνωθεν περόνιον διώσας διὰ τῆς ἀγκύλης.

γύρω από τη ράβδο σκηνικό και περνάμε μέσα από την τρύπα της οροφής, από το πάνω μέρος της, μία μικρή μεταλλική βελόνη, μία περόνη[3], που διαπερνά τη θηλιά και την ασφαλίζει.

6 *μένει οὖν συνεσφιγμένον τὸ εἴλημα τοῦ ὀθονίου συνεχόμενον ὑπ' αὐτῆς. ὅταν δὲ δέῃ καλυφθῆναι τὰ ἐν τῷ πίνακι, κεκλεισμένων τῶν θυρῶν ἐκσπάσαι τὴν σπάρτον τὴν προσδεδεμένην τῇ περόνῃ, ἀποδεδομένην δὲ εἰς τὴν λείαν. οὕτως οὖν πάντα τὰ ἐπικαλυπτόμενα ἐποιεῖτο, συνειληθέντα καὶ ἑξῆς ἄνω ἐπάλληλα τεθέντα καὶ ἕκαστον αὐτῶν ἀγκύλην καὶ περόνην λαβόν.*

6 Έτσι το τυλιγμένο σκηνικό μένει γερά σφιγμένο, αφού κρατιέται απ' τη θηλιά. Όταν όμως πρέπει το σκηνικό να καλύψει τη σκηνή, όσο οι πόρτες είναι ακόμα κλειστές, τραβιέται το σχοινί που είναι δεμένο στην περόνη και καταλήγει στο κινητήριο βάρος. Έτσι λοιπόν είναι κατασκευασμένα όλα τα αλλεπάλληλα σκηνικά[1]. Είναι τυλιγμένα και τοποθετημένα στη σειρά, το ένα πάνω στο άλλο, και το καθένα έχει από μια θηλιά και μια περόνη.

7 *ὅσον δ' ἂν τόπον καταλάβῃ τὰ εἰλημένα τῶν ὀθονίων, ἐπὶ τοσοῦτον ἀντιφράσσειν σανίσιν, ἵνα μὴ βλέπηται. τὸ δὲ σανίδιον γίνεται ὑπέρθυρον τῶν θυρῶν. δεῖ δὲ ἐν αὐτῷ ποιῆσαι ἐπιστύλιον στρογγυλόγλυφον, ἵνα ἔχῃ λείαν ὄψιν.*

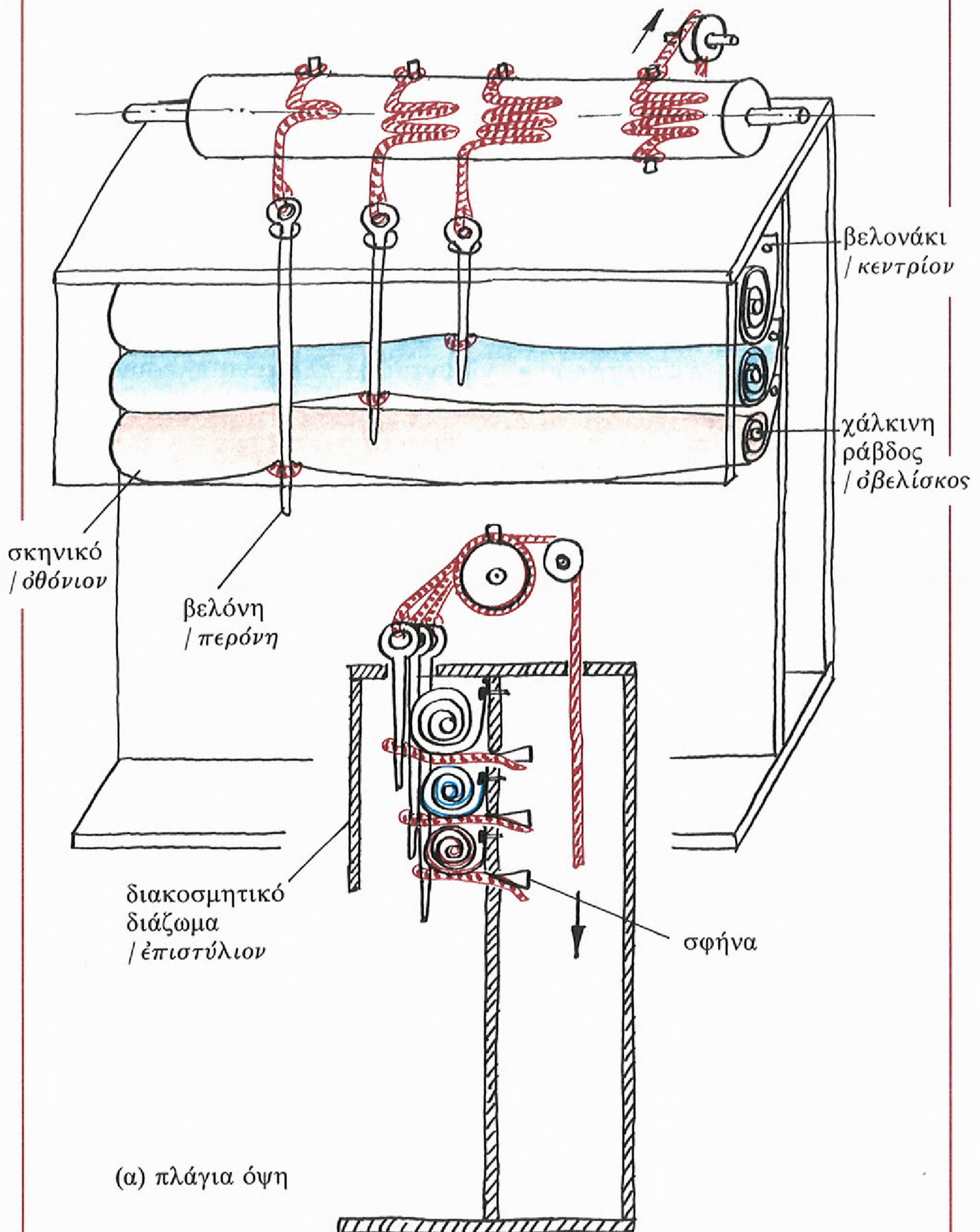
7 Και το χώρο που καταλαμβάνουν τα τυλιγμένα σκηνικά τον καλύπτουμε με σανίδια, για να μη φαίνεται. Το σανίδι αυτό γίνεται υπέρθυρο, ανώφλι[1] των θυρών. Πάνω του πρέπει να χαράξουμε ένα διακοσμητικό διάζωμα, με στρογγυλεμένα ανάγλυφα σχέδια[2], για να έχει το υπέρθυρο όψη ωραία (σχ. 58).

(3) *περόνη, ἡ* / *περόνιον, τό* / μικρή περόνη, βελόνα, καβίλια που ασφαλίζει, (τοποθετείται συνήθως στον άξονα των αμαξών, έξω από τον ομφαλό του τροχού)

25.6 (1) *ἐπικαλυπτόμενον, τό* / σκηνικό, κάλυμμα

25.7 (1) *ὑπέρθυρον, τό* / υπέρθυρο, ανώφλι

(2) *στρογγυλόγλυφος* (επίθ.) / σκαλιστός, με στρογγυλεμένα ανάγλυφα



σχ. 58. *Ο μηχανισμός αλλαγής των σκηνικών*

Κεφάλαιο 26

Ο μηχανισμός για τον παράπλου των πλοίων στην τρίτη πράξη

1 *Ταῦτα μὲν οὖν οὕτω γίνεται. κλεισθέντος δὲ καὶ ἀνοιχθέντος τοῦ πίνακός φαμεν μηδὲν φαίνεσθαι πλὴν ἀέρος καὶ θαλάσσης γεγραμμένων καὶ μετὰ ταῦτα παραπλεῖν τὰς ναῦς.*

Ποιήσομεν οὖν καὶ τὰ περὶ τὸν πλοῦν οὕτως. ἐξ ἑκατέρου μέρους τῶν θυρῶν παρὰ τοὺς στροφεῖς ἕξει ὁ πίναξ τόπους κενοὺς καταπεφραγμένους ἐκ τοῦ κατὰ πρόσθεν ἰδίως ἀπεργαζομένους οἷον παραστάδων.

2 *ἐν δὲ τοῖς κενώμασι τούτοις ὑποπεφραγμένα σανίδια ἐπιτίθεται κανόνια ἔχοντα μέσα τετράγωνα ἰσόπλευρα εἰργασμένα καὶ ὀρθά, ὧν αἱ γωνίαι ἔσονται καταδεδεμέναι. ἔσονται δὲ ταῦτα ἐλάτινα, ἵνα μὴ λεπτὰ ὄντα διαστρέφωνται. καὶ κάτωθεν μὲν αὐτῶν ἔσται προσκείμενα πυρηνίδια χαλκᾶ ἔντορνα, οἷς ὑποκείσονται ἐμπυελίδια, ἵνα ὦσιν εὔστροφα, ἄνωθεν δὲ*

1 Έτσι λοιπόν γίνονται αυτά. Και αφού κλείσει και ανοίξει η σκηνή, είπαμε πως δεν φαίνεται τίποτε άλλο εκτός από ζωγραφισμένο ουρανό και θάλασσα. Μετά απ' αυτά εμφανίζονται τα πλοία να πλέουν το ένα πλάι στο άλλο.

Όλα τα σχετικά με τον παράπλου των πλοίων τα κατασκευάζουμε ως εξής. Η σκηνή έχει από τη μια και από την άλλη μεριά των θυρών, κοντά στους άξονες περιστροφής, χώρους κενούς, καλυμμένους από μπροστά και ειδικά διαμορφωμένους σαν παραστάδες[1].

2 Στους κενούς αυτούς χώρους τοποθετούνται σανίδια, που καλύπτουν το κάτω μέρος. Στη μέση των σανιδιών ορθώνονται κάθετα τετράγωνοι ξύλινοι κανόνες[1], ισόπλευρα κατεργασμένοι, με δεμένες τις άκρες τους. Οι κανόνες αυτοί είναι από έλατο, για να μη λυγίζουν, έτσι λεπτοί που είναι. Κάτω από τους κανόνες είναι προσαρμοσμένες χάλκινες, δουλεμένες στον τόρνο, αξονικές καταλήξεις, κεφαλές[2], κάτω από τις οποίες βρίσκονται αξονικά έ-

---

26.1 (1) *παραστάς, ἡ* / παραστάδα, παράπλευρη κολόνα στο άνοιγμα πόρτας

26.2 (1) *κανόνιον, τό* / ξύλινη ράβδος, κανόνας

(2) *πυρήν, ὁ* / *πυρηνίδιον, τό* / αξονική κατάληξη, κεφαλή κάθετα περιστρεφόμενου άξονα, στρογγυλή κεφαλή του εργαλείου της μήλης

(3) *ἐμπυελίδιον, τό* / αξονικό έδρανο

στρογγύλα ἐργασθέντα καὶ λεῖα.

δρανα[3], για να διευκολύνουν την περιστροφή των κανόνων. Στο πάνω μέρος τους οι κανόνες είναι κατεργασμένοι, ώστε να είναι στρογγυλοί και λείοι.

3 *καὶ ἄνωθεν τῆς πλευρᾶς τοῦ πλινθίου τρυπηθείσης διωθήσεται, ὥστε μὴ σφίγγειν μήτε λίαν εὔλυτον εἶναι ὡς στρέφεσθαι. τούτων γενομένων δεῖ χάρτην λαβόντα λεπτότατον τῶν βασιλικῶν καλουμένων ἀποτεμεῖν αὐτοῦ τὸ μῆκος, ἡλίκον ἂν περιέχῃ ὕψος τὸ τοῦ πίνακος ἔδαφος ἕως τῶν ὀθονίων τῶν συνειλημένων καὶ ἀποτεμνόντων τὸν ὀμφαλὸν τοῦ χάρτου προσκολλῆσαι αὐτὸν πρὸς τὸν κανόνα τὸν ἐκ δεξιῶν τοῦ πίνακος,*

3 Τρυπάμε μετά από πάνω την οροφή του πλαισίου και περνάμε μέσα από την τρύπα την άκρη του κανόνα, έτσι ώστε αυτός ούτε να σφίγγεται ούτε να περιστρέφεται τελείως ελεύθερα. Όταν γίνουν αυτά, παίρνουμε ένα ρολό πολύ λεπτό χαρτί, το λεγόμενο βασιλικό χαρτί[1], και κόβουμε από το μήκος του τμήμα ίσο με το ύψος της πρόσοψης της σκηνής μέχρι τα τυλιγμένα σκηνικά. Και αφού κόψουμε το λεπτό ξύλινο πήχυ που γύρω του τυλίγεται το χαρτί[2], κολλάμε την άκρη του χαρτιού στον κανόνα, που βρίσκεται στη δεξιά μεριά της σκηνής.

4 *ὥστε ἀντί τοῦ ὀμφαλοῦ τὸν κανόνα προσκεκολλῆσθαι, καὶ οὕτως ὑποστρέφοντα τὸ ὑπερέχον τοῦ πίνακος περιειλεῖν τὸν χάρτην περὶ τὸν κανόνα κεκλεισμένου τοῦ πίνακος. τοῦτο δὲ ἐπιστρέφεται, ἕως ἂν ἐπικαλυφθῇ ὅλον τὸ ἔδαφος τοῦ πίνακος τῷ χάρτῃ. ἔσται δὲ τοῦτο,ἕως ἂν ἐπὶ τὸν τοῦ ἑτέρου κανόνος τόπον ἐγγίσῃς <τὸ τοῦ πίνακος ἔδαφος> πεπληρωκέναι τε καὶ οὕτως, ἐάν τι πλεονάζῃ, ἀποτέμνειν.*

4 Κόλλα βάζουμε δηλαδή στον κανόνα και όχι στον ξύλινο πήχυ. Και έτσι, περιστρέφοντας το τμήμα του κανόνα που προεξέχει πάνω από τη σκηνή, τυλίγουμε το χαρτί γύρω από τον κανόνα, ενώ η σκηνή είναι κλειστή. Το περιστρέφουμε μάλιστα τόσο, μέχρι να καλυφθεί όλη η πρόσοψη της σκηνής με το χαρτί. Και αυτό γίνεται μέχρις ότου το χαρτί αγγίξει τον άλλο κανόνα και γεμίσει τη σκηνή. Αν κάτι περισσεύει, το κόβουμε.

26.3 (1) *βασιλικός χάρτης* / βασιλικό χαρτί, λεπτό άριστης ποιότητας χαρτί από κατεργασμένα φύλλα παπύρου

(2) *ὀμφαλός, ὁ* / λεπτός ξύλινος άξονας, που γύρω του τυλίγονταν είτε το άγραφο χαρτί σχηματίζοντας ένα ρολό, είτε τα γραμμένα χειρόγραφα σχηματίζοντας βιβλία σε κυλινδρική μορφή, (*κόνταξ, ὁ* / βυζαντινά: *κοντός, ὁ*)

5 *δεῖ δὲ ὑποκολλῆσαι ὑπὸ τὴν ἀρχὴν τοῦ χάρτου κανόνα σφόδρα λεπτὸν εἰργασμένον. ἔστω οὖν τὸ εἰλημένον παρὰ τὴν παραστάδα κεκρυμμένον, ὥστε ἀνεῳγμένου τοῦ πίνακος μὴ ὁρᾶσθαι. ἐναρτῶ οὖν σπάρτους λεπτὰς εἰς τὸ κανόνιον τὸ πρὸς τῇ ἀρχῇ τοῦ χάρτου προσκεκολλημένον <ἄλλην μὲν> κάτωθεν παρὰ τὸ παραστάδιον τοῦ πίνακος, ἄλλην δὲ ἄνωθεν παρὰ τὸ ὑπερθύριον καὶ ἀποδίδωμι εἰς τὸν ἄλλον κανόνα τὸν ἐν τοῖς εὐωνύμοις μέρεσιν.*

5 Πρέπει ακόμα να κολλήσουμε στην αρχή του χαρτιού, από το κάτω μέρος, μια πολύ λεπτή κατεργασμένη ράβδο. Ας θεωρήσουμε λοιπόν το τυλιγμένο χαρτί κρυμμένο πλάι στην παραστάδα, ώστε, όταν ανοίξει η σκηνή, αυτό να μη φαίνεται. Δένουμε τότε λεπτούς σπάγγους πάνω στη ράβδο που είναι κολλημένη στην αρχή του χαρτιού, έναν στο κάτω μέρος κοντά στην παραστάδα της σκηνής και τον άλλον επάνω, κοντά στο ανώφλι, και συνδέουμε τους σπάγγους με τον άλλον κανόνα στο αριστερό μέρος της σκηνής.

6 *οὐκοῦν ἐὰν περιάγωμεν τὸν κανόνα, ἐπισπάσεται τὰς σπάρτους· ἐπειληθήσονται γὰρ αἱ σπάρτοι ἐξηρτημέναι εἰς τὴν ἀρχὴν τοῦ χάρτου, καὶ ἀκολουθήσει ὁ χάρτης. κεκλεισμένου οὖν τοῦ πίνακος ἕως τοσούτου ἐπιστρεφέσθω, ἕως ἂν ἐπικαλυφθῇ ὅλον τὸ ἔδαφος τῷ χάρτῃ. ἔσται δὲ οὗτος ἀέρα καὶ θάλασσαν ἔχων γεγραμμένα. ἵνα οὖν αὐτόματος παραγένηται ὁ χάρτης καὶ τῆς λείας βαρέως ἐπισπωμένης ταχεῖα παραγωγὴ γίνηται πρὸς τὸ πολὺ πλῆθος τῶν πλοίων παραπλεῦσαι, δεῖ προμηχανήσασθαι ταῦτα.*

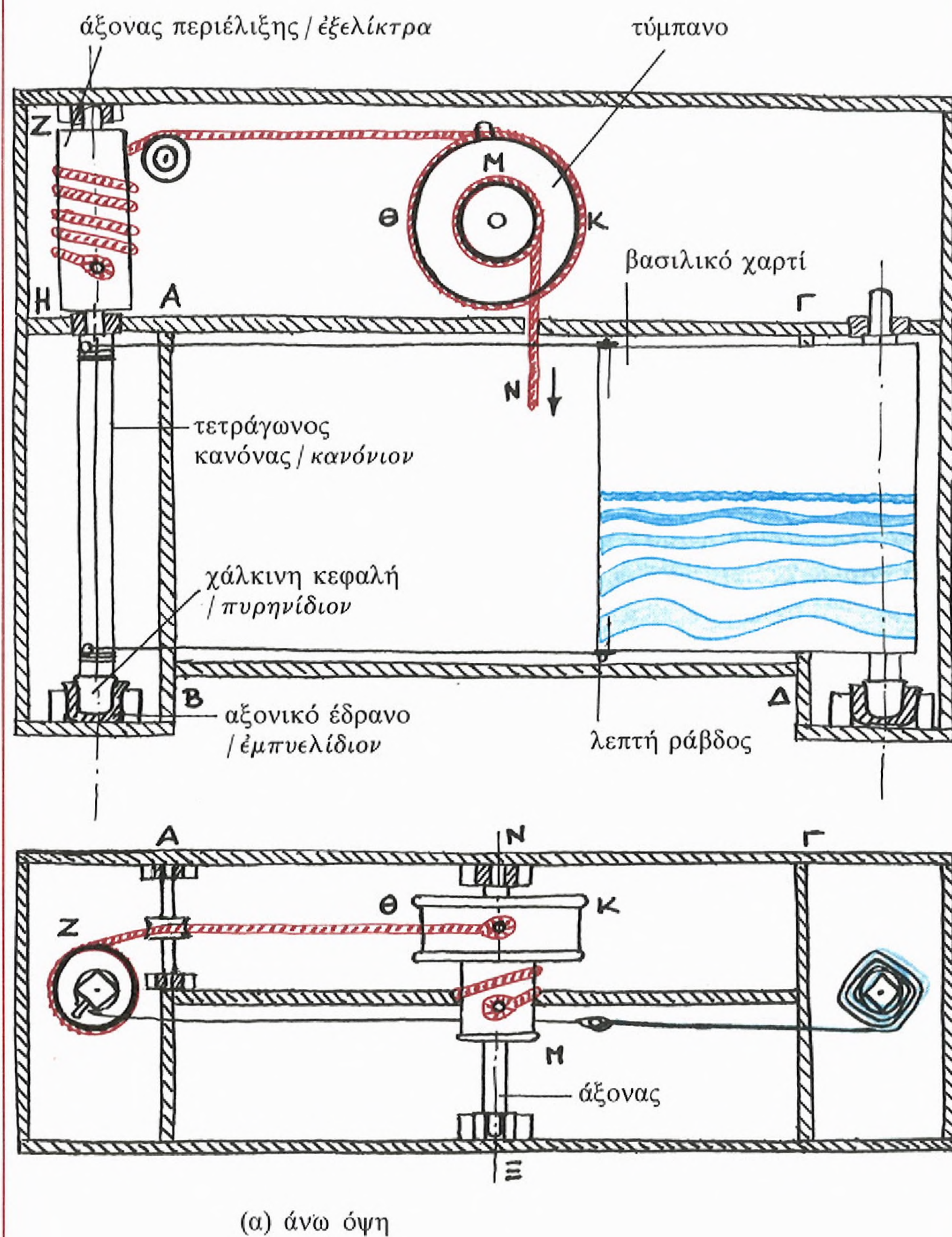
6 Έτσι αν περιστρέψουμε τον κανόνα αυτόν, θα τεντωθούν οι σπάγγοι, θα τυλιχτούν γύρω από τον κανόνα, κι όπως είναι δεμένοι στην αρχή του χαρτιού, το χαρτί θα ακολουθήσει. Όσο είναι κλειστή η σκηνή, ο κανόνας στρέφεται τόσο, όσο χρειάζεται για να καλυφθεί όλη η πρόσοψη της σκηνής με το χαρτί. Πάνω σ' αυτό το χαρτί είναι ζωγραφισμένος ουρανός και θάλασσα.

Για να κινείται όμως αυτόματα το χαρτί και, παρόλο που το κινητήριο βάρος πέφτει αργά[1], η κίνηση να γίνεται γρήγορα και να φανούν πλοία πολλά να πλέουν, πρέπει να κατασκευάσουμε από πριν τα εξής (σχ. 59).

7 *Ἔστω γὰρ κατὰ τὸ ὄπισθεν μέρος φαινόμενος ὁ πίναξ ὁ ΑΒΓΔ, καὶ τοῦ κανόνος,*

7 Ας θεωρήσουμε τη σκηνή ΑΒΓΔ, όπως τη βλέπουμε από την πίσω μεριά. Ας θεωρήσουμε ακόμα ότι ο

26.6 (1) *βαρέως* (επίθ.) / αργά



σχ. 59. *Ο μηχανισμός για τον παράπλου των πλοίων*

περὶ ὃν ἑλίσσεται ὁ χάρτης, τὸ ὑπεράνω μέρος ἐξελίκτραν τετορνευμένην τὴν ΖΗ *<ἐχέτω>, καὶ πρὸς τὸν πίνακα ἐπάνω τῶν ὑσπληγγίων καὶ τῶν ἀστερίσκων τῶν τὰ χερία κινούντων ἀποσπάσας μικρὸν περιτίθημι τύμπανον τὸ* ΘΚ. *ἐχέτω δὲ τὸ τύμπανον <κατὰ τὸ> κατὰ κουρὰν μέρος κύκλῳ τετορνευμένον τρόχιλον.*

8 *καὶ περὶ τὸν ἄξονα τοῦ τυμπάνου ἄλλον περιτίθημι ἄξονα μικρὸν προσαραρότα τῷ ἄξονι τὸν* Μ, *ὅπως συμφυῆ ὡς ἅμα στραφήσεται μείζονι τυμπάνῳ. περιειλήσας οὖν σπάρτον περὶ τὴν* ΗΖ *ἐξελίκτραν, ὅση μέλλει ἐξελίσσειν τὸν χάρτην, ὃν ἀποδίδωμι <εἰς τὸ τύμπανον> περὶ ἕτερον τρόχιλον <ἅμα στρεφόμενον> τῷ πρώτῳ τυμπάνῳ τὸν* Μ *περιειλῶ τὴν εἰς τὴν λείαν ἀποδεδομένην σπάρτον· ἔστω δὲ ἡ* Ν.

9 *δῆλον οὖν ὅτι μικρὸν τῆς σπάρτου ἑλκυσθείσης ὑπὸ τῆς λείας πολὺ μέρος τοῦ χάρτου καὶ ταχὺ ἐπειληθήσεται. ἄξων δέ, ἐν ᾧ ἔχει τὸ τύμπανον, <ἔστω> τὸ* ΝΞ. *χρὴ δὲ τοὺς ἀστερίσκους καὶ τὸ τύμπανον ἀνεμποδίστως κινεῖσθαι.*

κανόνας γύρω από τον οποίο τυλίγεται το χαρτί, έχει στο επάνω μέρος του έναν τορνευμένο άξονα περιέλιξης, ένα καρούλι[(1)], το ΖΗ. Στο επάνω μέρος της σκηνής, πάνω από τους καταπέλτες και τους ακτινωτούς τροχούς, που κινούν τα χέρια των Δαναών, τοποθετούμε ένα μικρό κύλινδρο περιέλιξης, ένα τύμπανο[(2)], το ΘΚ. Το τύμπανο αυτό το διαπερνά απ' το πλάι ένας άξονας περιστροφής, σαν τροχαλία, με τορνευμένα τα άκρα του[(3)].

8 Γύρω από τον άξονα του τυμπάνου προσαρμόζουμε έναν άλλο μικρό άξονα, τον Μ, ώστε να περιστρέφεται ενσωματωμένος μαζί με το μεγαλύτερο κύλινδρο. Γύρω από τον άξονα περιέλιξης ΗΖ τυλίγουμε ένα σχοινί, που έχει μήκος όσο χρειάζεται για να ξετυλίγεται το χαρτί, και το οποίο συνδέουμε, μέσα από μιαν άλλη τροχαλία, με το πρώτο τύμπανο. Γύρω από τον άξονα Μ τυλίγουμε το σχοινί, που συνδέεται με το κινητήριο βάρος. Έστω Ν το σχοινί αυτό.

9 Είναι λοιπόν φανερό, ότι, όταν το βάρος τραβήξει λίγο το σχοινί, θα ξετυλιχτεί γρήγορα ένα μεγάλο τμήμα του χαρτιού. Ας ονομάσουμε ΝΞ τον άξονα του τυμπάνου. Οι ακτινωτοί τροχοί και το τύμπανο πρέπει να κινούνται ανεμπόδιστα.

26.7 (1) *ἐξελίκτρα, ἡ* / άξονας περιέλιξης, καρούλι
(2) *τύμπανον, τό* / κύλινδρος περιέλιξης, τύμπανο
(3) Η κατά λέξη μετάφραση: Το τύμπανο έχει στο πλάι του μια κυκλική, δουλεμένη στον τόρνο, τροχαλία.

Κεφάλαιο 27

Ο μηχανισμός για την κίνηση των δελφινιών

1 *Ὁ μὲν οὖν παράπλους οὕτω γίνεται. οἱ δὲ δελφῖνες ὁτὲ μὲν καταδύσονται, ὁτὲ δὲ φανήσονται κατὰ τὸν ὑπογεγραμμένον τρόπον. ἐκ τῆς κάτω πλευρᾶς τοῦ πλινθίου τῆς πρὸς τὸ θωράκιον ἡρμοσμένης μικρὸν ἀπὸ τῶν στροφέων ἀπολιπὼν ἐποίησα ἐκκοπὰς στενὰς ὡσεὶ γομφωτηρίων, ὥστε διαφαίνειν εἰς τὸ θωράκιον κάτω.*

2 *καταλαβὼν σανίδα ἔγραψα τὰ δελφινάρια, ἡλίκα βούλομαι, καὶ περιέτεμον καὶ περιερρίνησα τὴν ἐκτὸς γραμμήν. ἔστω δὲ ἀξόνιον ὑπὸ τὰ στέρνα τοῦ δελφιναρίου, ἐν ᾧ ἔπηξα περόνην σιδηρᾶν καὶ <ἐμπεπηγυῖαν> εἰς τὰ στέρνα τοῦ δελφιναρίου. ἔστω εἰς τὴν ἐκκοπὴν ὀχούμενον ἐξ ἑνὸς μέρους τρόχιλος καθάπερ τὸ ὑπογεγραμμένον· ἡ δὲ ἐκκοπὴ ἡ ἐκ τῆς πλευρᾶς ἡ* ΑΒ, *ἄξων δὲ ὁ* ΓΔ, *τρόχιλος δὲ ὁ* ΕΖ.

1 Έτσι γίνεται λοιπόν ο παράπλους των πλοίων. Και τα δελφίνια πότε καταδύονται και πότε εμφανίζονται, με τον τρόπο που περιγράφουμε παρακάτω. Στο κάτω μέρος του πλαισίου, όπου είναι προσαρμοσμένο το στηθαίο, και σε μικρή απόσταση από τους άξονες περιστροφής, κάνουμε στενές εγκοπές[1], σαν τις σχισμές που μπαίνουν οι σφήνες[2], ώστε να βλέπει κανείς μέσα απ' αυτές κάτω από το στηθαίο.

2 Παίρνουμε μετά μια λεπτή σανίδα, ζωγραφίζουμε τα δελφίνια όπως θέλουμε, κόβουμε τη σανίδα στο εξωτερικό περίγραμμα των δελφινιών και τη λιμάρουμε γύρω γύρω. Κάτω από το στήθος του δελφινιού βρίσκεται ένας μικρός άξονας, στον οποίο μπήγουμε μια σιδερένια βελόνη[1]. Τη βελόνη αυτή την καρφώνουμε επίσης στο στήθος του δελφινιού. Στη μία εγκοπή θεωρούμε περασμένη, προεξέχοντας από τη μια μεριά, μια τροχαλία, όπως σχεδιάζουμε παρακάτω[2]. Ας ονομάσουμε ΑΒ την εγκοπή από το δάπεδο της σκηνής, ΓΔ τον άξονα και ΕΖ την τροχαλία.

27.1 (1) *ἐκκοπή, ἡ* / εγκοπή
(2) *γομφωτήριον, τό* / σχισμή, όπου γίνεται η γόμφωση, το κάρφωμα των ήλων ή το σφήνωμα με ξύλινες σφήνες

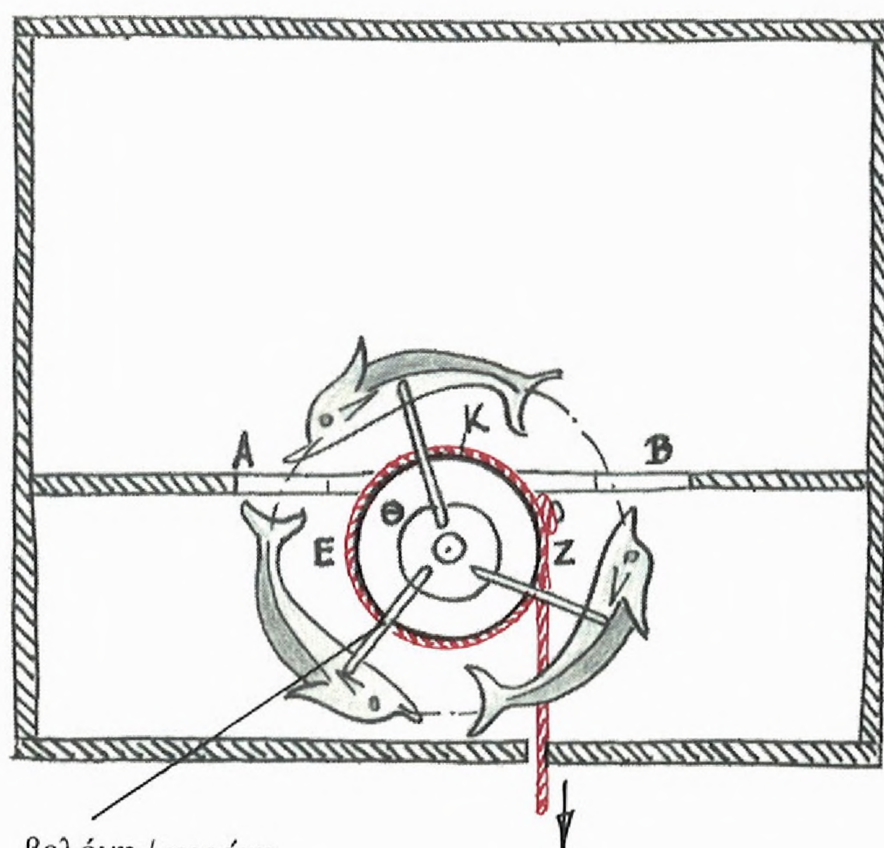
27.2 (1) *περόνη, ἡ* / βελόνη
(2) *καθάπερ τὸ ὑπογεγραμμένον* / όπως σχεδιάζουμε παρακάτω

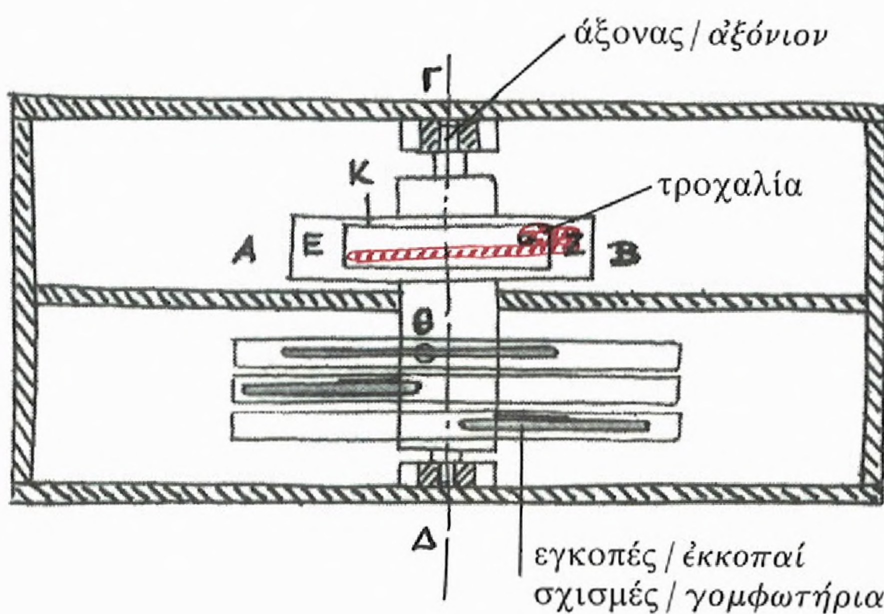
3 *τρυπῶ οὖν τὸν ἄξονα κατὰ τὴν ἐκκοπὴν κατὰ τὸ Θ καὶ ἐνέπηξα τὴν περόνην τοῦ δελφιναρίου. οὐκοῦν ἐάν τις περιάγῃ τὸν τρόχιλον τῇ χειρί, ὁτὲ μὲν καταδύσεται ὁ δελφινίσκος κάτω διὰ τῆς ἐκκοπῆς εἰς τὸ θωράκιον, ὁτὲ δὲ ἀναδύσεται ἐν τῷ πίνακι.*

4 *ἵνα οὖν αὐτόματον τοῦτο γένηται, σπάρτον ἀπαγκυλώσας περιτίθημι περὶ τὸν τύλον τὸν ἐνόντα ἐν τῷ τροχίλῳ τὸν Ζ καὶ περιελίξας τὸν τρόχιλον ἀποδίδωμι εἰς τὴν λείαν. ὁ δὲ δελφινίσκος οὕτως ἐμπεπηγὼς ἔσται εἰς τὸν ἄξονα ὡς <ὁ τρόχιλος> ἐφ' οὗ ὁ Κ, πρὸς ὀρθὰς ὢν τῷ ἄξονι, ὁ δὲ ΓΔ ἄξων πρὸς ὀρθὰς τῷ θωρακίῳ.*

3 Απέναντι από την εγκοπή ανοίγουμε στον άξονα μια τρύπα Θ και μπήγουμε μέσα σ' αυτήν τη βελόνη του δελφινιού. Έτσι αν περιστρέψει κανείς με το χέρι την τροχαλία, άλλοτε θα καταδύεται το δελφινάκι και θα χάνεται κάτω από την εγκοπή πίσω από το στηθαίο, και άλλοτε θα αναδύεται στη σκηνή.

4 Και για να γίνεται αυτό αυτόματα, φτιάχνουμε με ένα σχοινί μια θηλιά και την περνάμε στο ξυλόκαρφο Ζ, που είναι καρφωμένο στην τροχαλία. Το σχοινί το τυλίγουμε στην τροχαλία και το συνδέουμε με το κινητήριο βάρος. Έτσι το δελφινάκι στέκεται μπηγμένο πάνω στον άξονα, στον οποίο είναι προσαρμοσμένη και η τροχαλία Κ. Η τροχαλία είναι κάθετη προς τον άξονα, ενώ ο άξονας ΓΔ είναι κάθετος προς το στηθαίο (σχ. 60).





σχ. 60. *Ο μηχανισμός για την κίνηση των δελφινιών*

Κεφάλαιο 28

Ο μηχανισμός για το άναμμα του πυρσού στην τέταρτη πράξη

1 *Πέρας οὖν ἔχοντος τοῦ παράπλου κλεισθήσονται πάλιν αἱ θύραι, καὶ ἡ σπάρτος ἑλκυσθεῖσα ἐκσπάσει τὸ περόνιον καὶ καταρρίψει τὸ ὀθόνιον, ἐν ᾧ ἔσται ὁ Ναύπλιος γεγραμμένος ὁ τὸν πυρσὸν ἠρκὼς καὶ ἡ Ἀθηνᾶ. καὶ ἀνοιχθέντος τοῦ πίνακος αἱ μὲν νῆες οὐ φαίνονται, τὰ δὲ προειρημένα. δεήσει δὲ καὶ τὸν πυρσὸν εὐθὺς ἀνακαίεσθαι.*

2 *ποιήσομεν οὖν καὶ τὰ κατὰ τὸν πυρσὸν οὕτως· ἔσται ἡμῖν ἐπὶ τοῦ ἐπιστύλου καὶ τῶν τριγλύφων σανὶς ἐπισκοτοῦσα δι' ὅλου τοῦ πίνακος, ἥτις ἐπικαλύψει τήν τε ἐξελίκτραν τὴν τὸν παράπλουν ἄγουσαν καὶ τὴν τοῦ πυρὸς πραγματείαν καὶ τὴν τῆς μηχανῆς ἔπαρσιν, ἵνα μηδὲν τῶν προειρημένων εἰς τὸ κατὰ πρόσθεν μέρος τοῦ πίνακος φαίνηται·*

3 *ὅπως δὲ μὴ ἀλόγως ἡ σανὶς ἐπικειμένη ᾖ, ἀετός προστίθεται αὐτῇ καθάπερ δὴ ναΐ-*

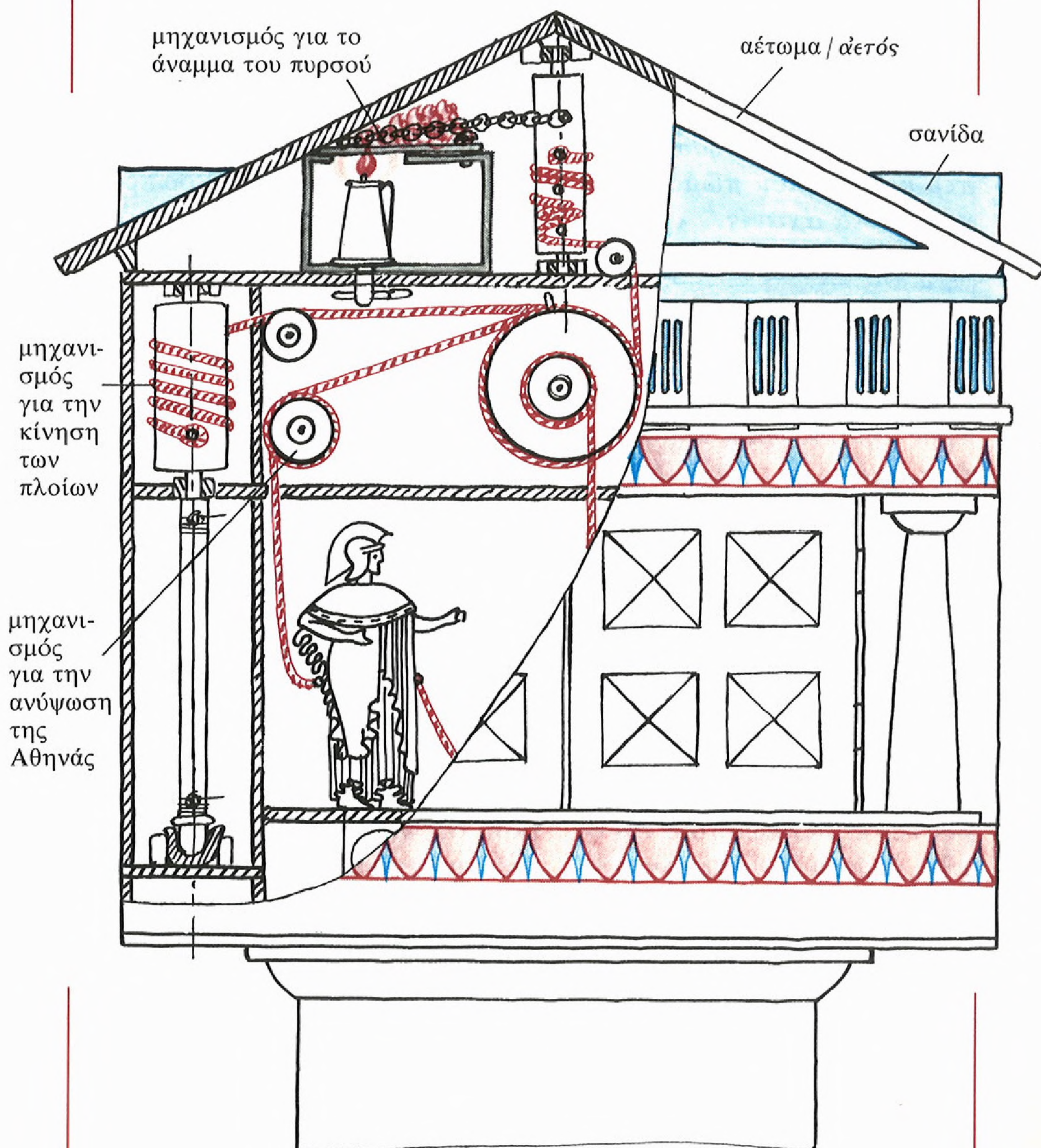
1 Όταν τελειώσει ο παράπλους των πλοίων ξανακλείνουν οι πόρτες, τραβιέται το σχοινί, βγάζει την περόνη απ' τη θηλιά και ρίχνει κάτω το σκηνικό, όπου είναι ζωγραφισμένος ο Ναύπλιος κρατώντας τον πυρσό και η Αθηνά. Κι όταν ανοίξει η σκηνή, τα πλοία δε φαίνονται, αλλά φαίνονται οι μορφές που είπαμε πιο πάνω. Πρέπει όμως ν' ανάψει αμέσως και ο πυρσός.

2 Το άναμμα του πυρσού το κάνουμε ως εξής. Πάνω στο επιστύλιο και τα τρίγλυφα τοποθετούμε μια σανίδα, που σκεπάζει όλο (το επάνω μέρος) της σκηνής. Η σανίδα αυτή καλύπτει και τον άξονα περιέλιξης, που ρυθμίζει την κίνηση των πλοίων, και τη συσκευή για το άναμμα της φωτιάς και το μηχανισμό για την ανύψωση της Αθηνάς, για να μη φαίνεται τίποτε απ' όλα αυτά στο μπροστινό μέρος της σκηνής (σχ. 61).

3 Και για να μη βρίσκεται χωρίς λόγο η σανίδα πάνω από τη σκηνή, προσθέτουμε σ' αυτήν ένα αέτωμα(1),

---

28.3 (1) *ἀετός, ὁ* / αέτωμα



σχ. 61. *Εσωτερική διάταξη των μηχανισμών*

σκῳ· τὰ δὲ ἀπολειπόμενα ἑκατέρωθεν πτερύγια τῆς σανίδος ἐπιφύεται μέλανι ἢ ἀέρι· τίθεται δὲ ἐχομένη τῆς ἐξελίκτρας ἡ μηχανή. τῆς δὲ μηχανῆς ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους ἡ τοῦ πυρσοῦ γίνεται κατασκευὴ τοιαύτη οὖσα. ἐκ λεπίδων χαλκῶν δεῖ ποιῆσαι καθάπερ κιβωτάριον πῶμα μὴ ἔχον, ἀλλὰ ἀχανές.

όπως και σε ένα μικρό ναό. Τα άκρα της σανίδας, που προεξέχουν από τις δυό μεριές, τα βάφουμε με χρώμα μαύρο ή γαλάζιο του ουρανού(2). Δίπλα από τον άξονα περιέλιξης τοποθετείται η μηχανή της Αθηνάς. Και από την άλλη μεριά της μηχανής γίνεται η κατασκευή του πυρσού ως εξής.

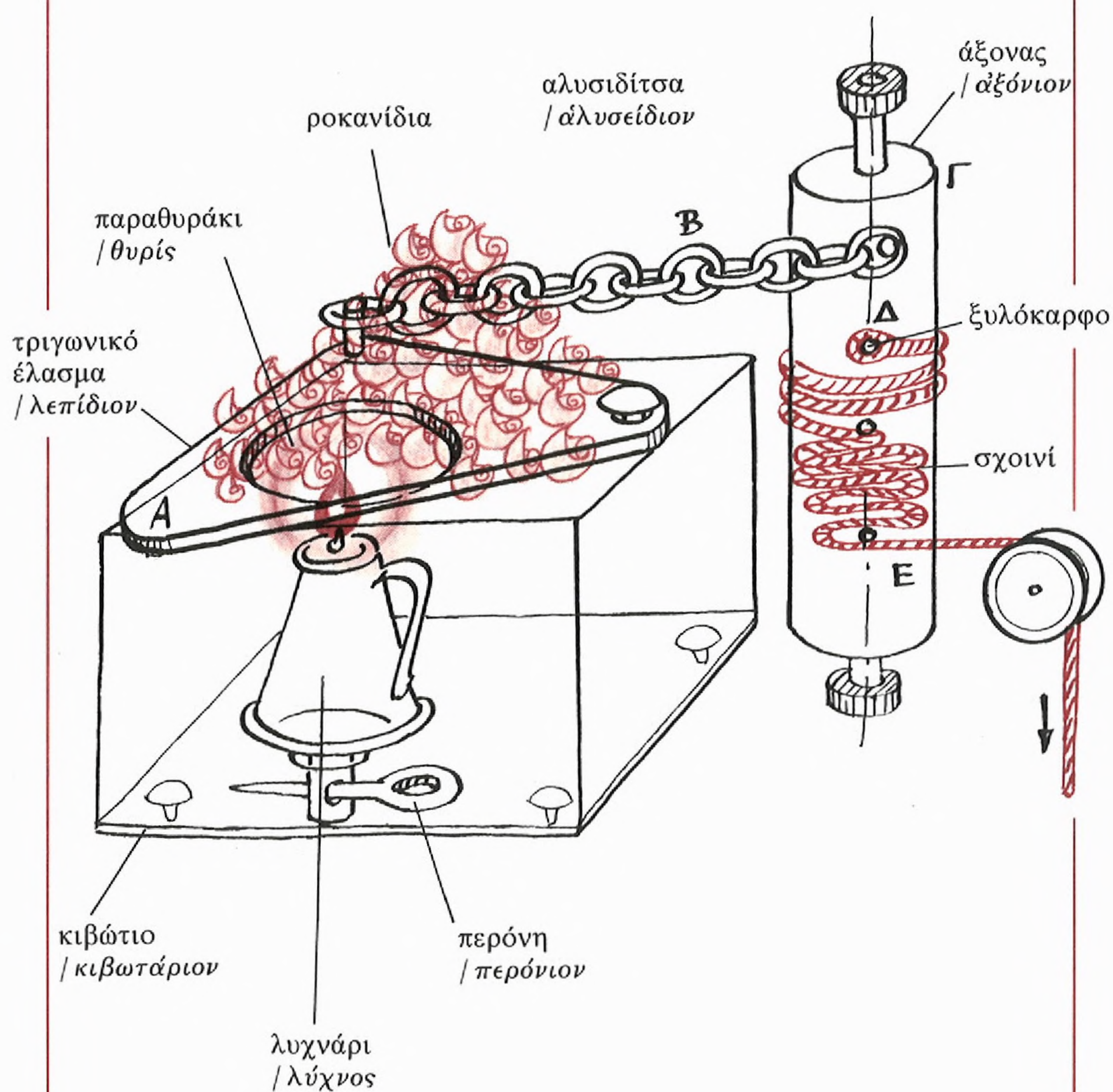
Από λεπτά φύλλα χαλκού πρέπει να κατασκευάσουμε ένα μικρό κιβώτιο(3) χωρίς καπάκι, αλλά ανοιχτό.

4 *τοῦτο δὲ δεῖ στῆσαι ὀρθὸν ὀπίσω τῆς σανίδος τῆς ἐπικαλυπτούσης καὶ καθηλῶσαι πρὸς τὴν πλευρὰν τοῦ πλινθίου. ἐχέτω δὲ τὸ μὲν ἔδαφος τὸ κιβωτάριον πρὸς τῇ σανίδι, τὸ δὲ χάσμα ἔξω βλέπον τῆς σανίδος. ἐκ δὲ τῆς ἄνω πλευρᾶς τοῦ κιβωταρίου ἐκκεκόφθω ὀπὴ διαφαίνουσα ὡσεὶ θυρίς, ὥστε ὅταν λύχνος καιόμενος τεθῇ εἰς τὸ κιβωτάριον, τὸ τῆς φλογὸς αὐτοῦ διήκειν ἄκρον εἰς τὸ ἄνω μέρος τοῦ κιβωταρίου διὰ τῆς ὀπῆς. τούτου δὲ ὑπάρχοντος ὁ λύχνος ὑποκείσθω καιόμενος.*

4 Αυτό πρέπει να το στήσουμε όρθιο, πίσω από τη σανίδα που καλύπτει τους μηχανισμούς, και να το καρφώσουμε στο τοίχωμα του πλαισίου. Το μικρό αυτό κιβώτιο πρέπει να έχει τη βάση του προς τη μεριά της σανίδας και το επάνω άνοιγμα να προεξέχει πάνω από τη σανίδα.

Στην πάνω πλευρά του μικρού κιβωτίου κόβουμε μια τρύπα, σαν ένα παραθυράκι, που αφήνει να βλέπουμε μέσα στο κιβώτιο, όπου τοποθετούμε ένα αναμμένο λυχνάρι(1). Η άκρη της φλόγας του λυχναριού πρέπει να βγαίνει μέσα από την τρύπα στο επάνω μέρος του κιβωτίου. Μέσα στο κιβώτιο αφήνουμε λοιπόν το λυχνάρι να καίει (σχ. 62).

(2) *ἀέρι* (επίθ.) / με το χρώμα του ουρανού, γαλάζιο
(3) *κιβωτάριον, τό* / μικρό κιβώτιο
28.4 (1) *λύχνος, ὁ* / λυχνάρι



σχ. 62. *Ο μηχανισμός για το άναμμα του πυρσού*

5 *ἄλλῳ δὲ λεπιδίῳ χαλκῷ τριγώνῳ καταπωμάζομεν τὴν ὀπήν, ὥστε ἀποκεκλεῖσθαι τὴν φλόγα. ἐπάνω δὲ τοῦ κιβωταρίου καὶ τῆς πεπωμασμένης λεπίδος ἐπιτίθημι ξύσματα τεκτονικὰ ξηρότατα. οὐκοῦν ὅταν ἀποσπάσω τὸ λεπίδιον τὸ πεπωμακὸς τὴν ὀπήν, ἡ φλὸξ τοῦ λύχνου ἅψεται τῶν ξυσμάτων, καὶ εὐθὺς ἀνακαυθήσεται. πρὶν δὲ τὰ ξύσματα κάυθῆναι, οὐ βλέπεται ἡ τοῦ λύχνου φλὸξ κεκρυμμένη ἐν τῷ κιβωταρίῳ.*

6 *καὶ γὰρ ξύλινον ἐπιούριον ἕξει, ἐὰν βουλώμεθα τελείως πάντοθεν πωμάσαντες ἀόρατον ποιῆσαι τὴν φλόγα. ἵνα δὲ ἀσφαλῶς μένῃ ὁ λύχνος ἐν τῷ κιβωταρίῳ, περόνιον ἔστω ὑπερέχον ἐκ τοῦ κάτω μέρους. ὁ δὲ λύχνος ἔστω τῶν εἰς τοὺς λαμπτῆρας ἐμβαλλομένων καὶ περιτιθεμένων περὶ περόνην. ἵνα οὖν περὶ τὸν καθήκοντα καιρὸν αὐτόματον ἀνοιχθῇ τὸ λεπίδιον, παρατίθημι ἀξόνιον ἀπέχον ἀπὸ τοῦ πυρός.*

5 Με ένα άλλο λεπτό τριγωνικό χάλκινο έλασμα[1] σκεπάζουμε την τρύπα, κλείνοντας μέσα στο κιβώτιο τη φλόγα. Και πάνω στο μικρό κιβώτιο και το χάλκινο σκέπασμα τοποθετούμε πολύ ξερά ροκανίδια. Έτσι όταν τραβήξουμε το έλασμα που σκεπάζει την τρύπα, η φλόγα του λυχναριού θα ανάψει τα ροκανίδια, και αυτά θα αρπάξουν αμέσως φωτιά. Αλλά πριν ανάψουν τα ροκανίδια, η φωτιά του λυχναριού δεν θα φαίνεται, γιατί θα είναι κρυμμένη μέσα στο κιβώτιο.

6 Το κιβώτιο μπορεί να έχει ακόμα μια μικρή ξύλινη σφήνα, ένα καπάκι[1], αν θέλουμε να το κλείσουμε τελείως από κάθε πλευρά του και να κάνουμε έτσι τη φλόγα αόρατη. Για να μένει το λυχνάρι σταθερό μέσα στο κιβώτιο, το ασφαλίζουμε με μια μικρή περόνη, που προεξέχει από το κάτω μέρος του κιβωτίου. Το λυχνάρι αυτό είναι σαν αυτά που βάζουμε στα φωτιστικά, τις καντήλες[2], και τα στερεώνουμε γύρω από μια περόνη.

Για να ανοίξει όμως αυτόματα το έλασμα την κατάλληλη χρονική στιγμή, τοποθετούμε δίπλα από το κιβώτιο, σε απόσταση από τη φωτιά, έναν μικρόν άξονα.

28.5 (1) *λεπίδιον, τό* / λεπτό έλασμα
28.6 (1) *ἐπιούριον, τό* / μικρή σφήνα, καπάκι, βούλωμα
(2) *λαμπτήρ, ὁ* / λαμπτήρας, φωτιστικό σκεύος, καντήλα

7 *ἐκ δὲ τῆς λεπίδος ἁλυσείδιον ἐνάψας ἐξέδησα εἰς τὸ ἀξόνιον, ὅπως ὅταν ἐπιστραφῇ τὸ ἀξόνιον, περιειληθῇ τὸ ἁλυσείδιον καὶ ἐπισπάσηται τὸ λεπίδιον. ἐπιστρέψει δὲ ὁμοίως τὸ ἀξόνιον σπάρτος ἐκ τῆς λείας περὶ τύλον. ἔστω δὲ τὸ λεπίδιον τὸ* Α, *ἁλυσείδιον δὲ περὶ τοὺς τύλους τὸ* Β, *ἄξων δὲ τὸ* Γ, *τύλος δὲ τὸ* Δ, *σπάρτος δὲ ἡ περὶ τὸν τύλον τὸ* Ε.

7 Πάνω στο έλασμα συνδέουμε μια μικρή αλυσίδα, που τη δένουμε με τον άξονα, έτσι ώστε, όταν ο άξονας περιστραφεί και τυλιχτεί σ' αυτόν η αλυσίδα, να τραβηχτεί το έλασμα. Όμοια περιστρέφει τον άξονα ένα σχοινί, δεμένο με το κινητήριο βάρος και περασμένο σε ένα ξυλόκαρφο. Ας ονομάσουμε Α το χάλκινο έλασμα, Β το αλυσιδάκι γύρω από τα ξυλόκαρφα, Γ τον άξονα, Δ το ξυλόκαρφο, Ε το σχοινί γύρω από το ξυλόκαρφο.

Κεφάλαιο 29

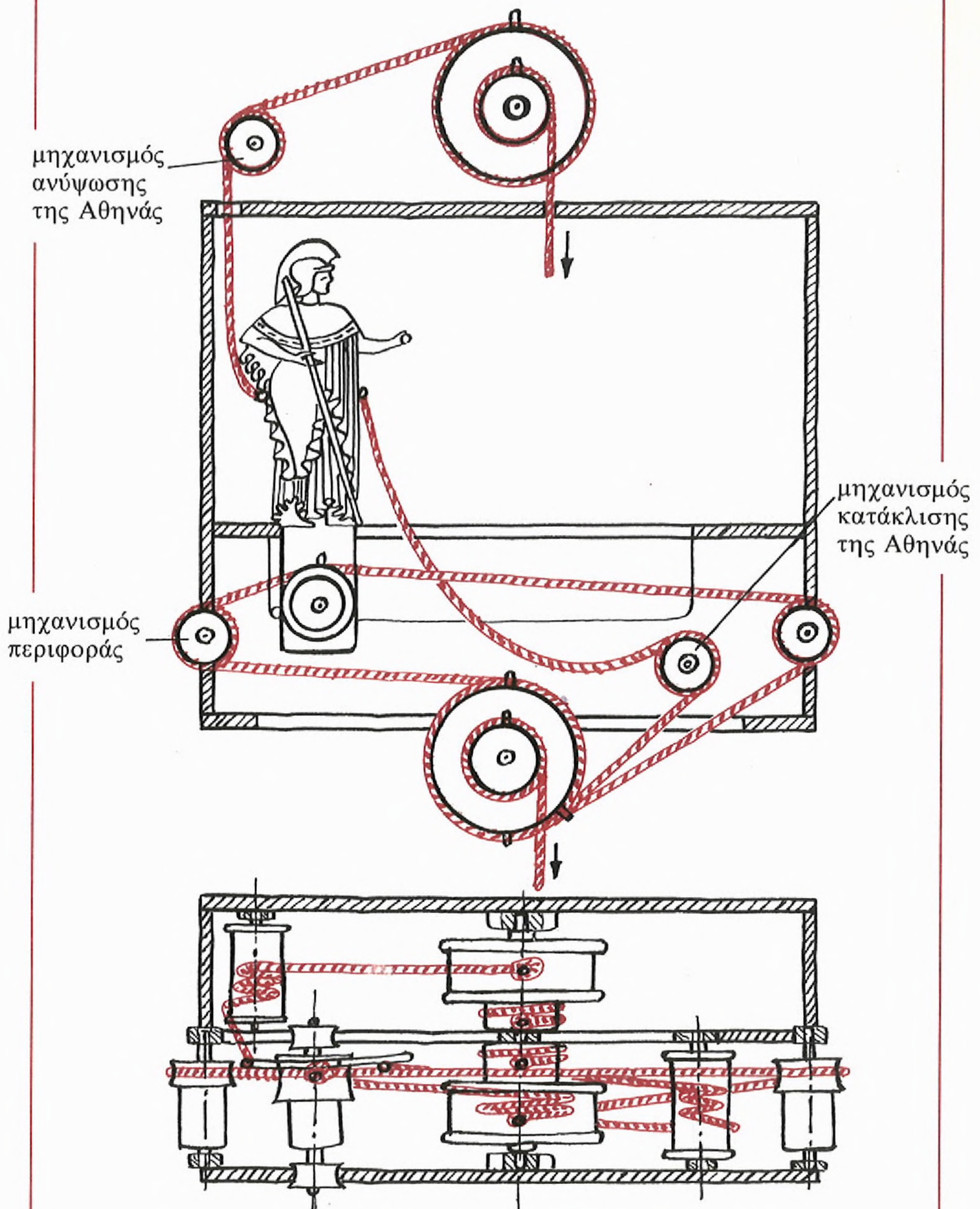
Η μηχανή της Αθηνάς στην πέμπτη πράξη

1 *Φανέντων δὲ τῶν προειρημένων καὶ τοῦ πυρὸς ἀνακαυθέντος, κλεισθήσεται πάλιν ὁ πίναξ. καὶ ἐκσπάσασα ἡ σπάρτος τὴν περόνην ῥίψει τὸ ὀθόνιον, ἐν ᾧ ἔσται καταγεγραμμένη ἡ ναυαγία τῶν νηῶν καὶ τὸ τοῦ Αἴαντος ζῴδιον νηχόμενον. ἐν δὲ τῷ πίνακι φανήσεται ἡ Ἀθηνᾶ. ἔσται δὲ ἡ βάσις αὐτῆς ἔχουσα ἐν τοῖς προσήκουσι τόποις τύλους.*

1 Αφού παρουσιαστούν όλα όσα αναφέραμε κι ανάψει η φωτιά, πάλι κλείνει η σκηνή. Και το σχοινί τραβάει την περόνη και ρίχνει το σκηνικό, όπου είναι ζωγραφισμένο το ναυάγιο των πλοίων και η μορφή του Αίαντα να κολυμπά. Τότε στη σκηνή εμφανίζεται η Αθηνά. Η βάση της έχει στις κατάλληλες θέσεις ξυλόκαρφα.

2 *καὶ μία μὲν σπάρτος ἐγερεῖ αὐτὴν ἐπισπασαμένη ἐκ τοῦ ὄπισθεν μέρους τοῦ ἰσχαρίου κατὰ τὸ σήκωμα αὐτῆς· ἀποσπασθείσης δὲ ταύτης ἄλλη περικειμένη περὶ τὸ θωράκιον περιάξει αὐτήν, ἕως ἂν ἔλθῃ ἐπὶ τὸν αὐτὸν τόπον, ὅθεν ἐξῆλθεν· ἀποσχασθείσης δὲ ταύτης ἄλλη σπάρτος ἐπισπάσεται ἐκ τοῦ ἔμπροσθεν μέρους τοῦ ἰσχαρίου καὶ οὕτω κατακλινεῖ τὴν Ἀθηνᾶν.*

2 Κι ένα σχοινί τη σηκώνει και, σηκώνοντάς την, την τραβά από το πίσω μέρος της λεκάνης. Όταν λυθεί αυτό το σχοινί, ένα άλλο σχοινί, που βρίσκεται γύρω από το στηθαίο, την περιφέρει, μέχρις ότου επανέλθει στην ίδια θέση απ' όπου ξεκίνησε. Κι όταν λυθεί και αυτό το σχοινί, ένα άλλο σχοινί την τραβά από το μπροστινό μέρος της λεκάνης και η Αθηνά πέφτει κάτω (σχ. 63).



σχ. 63. *Η μηχανή της Αθηνάς*

Κεφάλαιο 30

Η πτώση του κεραυνού και η εξαφάνιση της μορφής του Αίαντα στην πέμπτη πράξη

1 Λοιπὸν δέ ἐστιν ἡμῖν διηγήσασθαι, τίνι τρόπῳ ὅ τε κεραυνὸς ἐν τῷ πίνακι πεσεῖται καὶ τὸ τοῦ Αἴαντος ζῴδιον ἀφανισθήσεται. γίνεται οὖν καὶ ταῦτα, καθάπερ μέλλομεν ἐξηγεῖσθαι κατὰ μέρος. ὅπου τὸ ἔδαφος τοῦ πίνακος, ἔσται γεγραμμένον τὸ <τοῦ Αἴαντος> ζῴδιον· κατ' αὐτὸν δὲ ἔστω ἐκκοπὴ ἐν τῇ ἄνω πλευρᾷ τοῦ πλινθίου πεποιημένη καὶ ἐν τῇ κάτω, καθάπερ καὶ ἐπὶ τῶν δελφίνων ἐδηλώσαμεν.

1 Πρέπει λοιπόν να εξιστορήσουμε τώρα με ποιό τρόπο πέφτει ο κεραυνός πάνω στη σκηνή και πώς εξαφανίζεται η μορφή του Αίαντα. Αυτά γίνονται όπως θα εξηγήσουμε αναλυτικά παρακάτω.

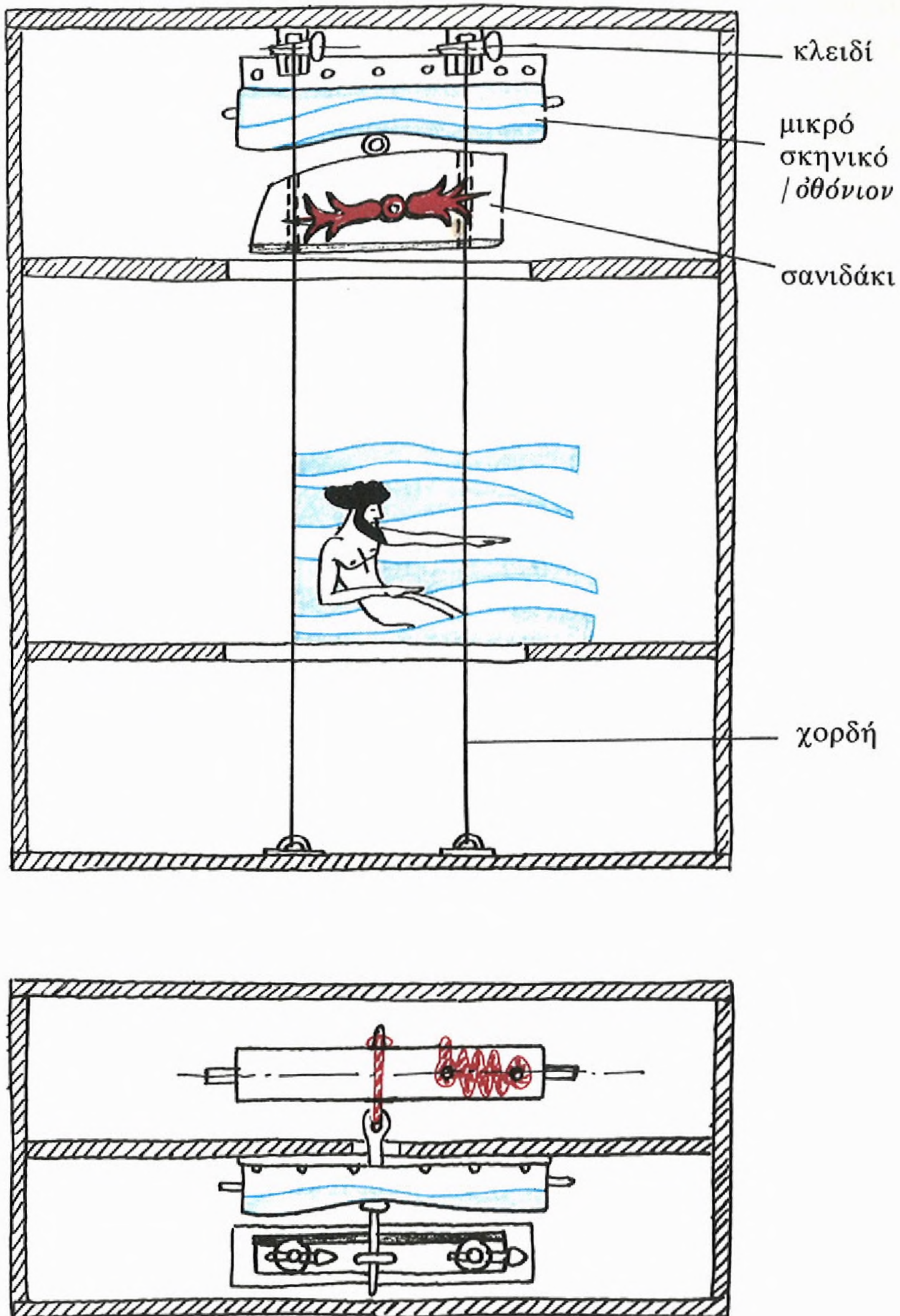
Στην πρόσοψη της σκηνής είναι ζωγραφισμένη η μορφή του Αίαντα. Απέναντι από τη μορφή υπάρχει μία εγκοπή, χαραγμένη στην πάνω πλευρά του πλαισίου, και μία στην κάτω, όπως αυτές που δείξαμε για τα δελφίνια.

2 κατατείνονται οὖν ἐκ τῆς ἄνωθεν πλευρᾶς τῆς ἐκκοπῆς χορδαὶ δύο λεπτόταται τῶν εἰς τὰς σαμβύκας ἐμβαλλομένων ἕως κάτω εἰς τὸ θωράκιον διὰ τῆς ἄνω οὔσης ἐκκοπῆς. ἵνα δὲ ἐν τῷ ναΐσκῳ ὦσι τεταμέναι, καθάπτονται εἰς κολλάβους δύο ἐκ τοῦ ἄνωθεν μέρους, ἵνα ἐπιστρεφομένων τῶν κολλάβων τὴν τάσιν ἔχωσιν.

2 Από την πάνω πλευρά του πλαισίου κατεβαίνουν μέσα από την εγκοπή δύο λεπτότατες χορδές, σαν αυτές που βάζουμε στα μουσικά όργανα[1]. Οι χορδές αυτές φτάνουν μέχρι κάτω στο στηθαίο, περνώντας από την άλλη εγκοπή. Και για να είναι μέσα στο μικρό ναό τεντωμένες οι χορδές, τις δένουμε στο επάνω μέρος τους με δυο κλειδιά, σαν αυτά που κουρδίζουμε τα μουσικά όργανα[2], ώστε περιστρέφοντας τα κλειδιά να τεντώνονται οι χορδές (σχ. 64).

30.2 (1) *σαμβύκη, ἡ* / τριγωνικό έγχορδο μουσικό όργανο, με τέσσερις λεπτότατες χορδές που παράγουν οξείς ήχους, ο σημερινός ταμπουράς

(2) *κόλλαβος, ὁ* / κλειδί, σαν αυτό που κουρδίζουμε τα έγχορδα μουσικά όργανα



σχ. 64. *Ο μηχανισμός για την πτώση του κεραυνού και την κάλυψη του ειδώλου του Αίαντα*

3 *ἐγερθὲν δὲ σανίδιον λεπτὸν καὶ ὑπόμηκες, ὥστε χωρεῖν αὐτὸ διὰ τῶν ἐκκοπῶν εὐκόπως καὶ σταθὲν ἐκ τοῦ ὑπερθύρου μὴ ὑπερέχειν αὐτὸ τὸ ὑπέρθυρον εἰς τὸν πίνακα· τρυπηθὲν δὲ δυσὶ τρυπήμασι κατὰ μῆκος περιλαμβάνει τὰς χορδὰς ἐπιούροις· προσκολλᾶται δὲ καὶ ὄπισθεν τοῦ σανιδίου τὸ μολιβίδιον λεπτόν, ὅπως βάρος ἴσχῃ.*

4 *ἐὰν οὖν ἄγωμεν τῇ χειρὶ τὸ σανίδιον ἄνω διὰ τῆς ἐκκοπῆς, ἀποπέσῃ διὰ τοῦ πίνακος φερόμενον ὀρθόν, ὡς ἂν περὶ τὰς χορδὰς περικείμενον. αἱ μὲν οὖν χορδαὶ μέλανι μολύνονται, ἵνα μὴ δῆλαι ὦσι· τὸ δὲ ὑποσανίδιον ἐκ μὲν τοῦ κάτω μέρους χρυσοῦται καὶ λειοῦται ὡς μάλιστα. ἐκ δὲ τοῦ ἄνωθεν ὑπογράφεταί τι πυροειδές, ὡς τὴν τοῦ κεραυνοῦ φαντασίαν ποιεῖν.*

5 *φέρεται δὲ τοῦτο ὅταν ἀφεθῇ, κατὰ μέσον τὸ ζῴδιον, ὡς τεταμέναι εἰσὶν αἱ χορδαί. τοῦτο δὲ ἄνω μένει περονίῳ κρατούμενον, καθάπερ καὶ τὰ ὀθόνια, ὅπως ὅταν καθῆκον ᾖ, ἡ σπάρτος ἐπισπασαμένη τὸ περόνιον ῥίψῃ τὸν κεραυνόν. τὸ ζῴδιον πεσόντος τοῦ κεραυνοῦ ἀφανίζεται οὕτως· ἔστιν ἕτερον ὀθόνιον πεποιημένον καθάπερ καὶ τὰ ἄλλα τὰ ἐπικαλύπτοντα, μικρὸν δέ, ὡς αὐτὸ τὸ ζῴδιον ἐπικαλύψηται τὸ ὀθόνιον. ἐν δὲ τούτῳ γέ-*

3 Παίρνουμε τότε ένα λεπτό και μακρόστενο σανιδάκι, που να χωράει άνετα μέσα στις εγκοπές και, όταν στέκεται πίσω απ' το υπέρθυρο, να μην προεξέχει απ' το υπέρθυρο στη σκηνή. Του ανοίγουμε δύο τρύπες και του περνάμε κατά μήκος τις χορδές στερεώνοντάς τες με σφήνες. Στο πίσω μέρος του σανιδιού αυτού κολλάμε ένα λεπτό μολυβένιο βαρίδι[1], για να αποκτήσει το σανιδάκι βάρος.

4 Αν λοιπόν σηκώσουμε με το χέρι το σανιδάκι πάνω από την εγκοπή και το αφήσουμε, θα πέσει μέσα από τη σκηνή όρθιο, μιας και είναι περασμένο στις χορδές. Τις χορδές τις βάφουμε μαύρες για να μη φαίνονται. Το σανιδάκι όμως από την κάτω μεριά το λειαίνουμε πολύ καλά και το επιχρυσώνουμε[1]. Στην επάνω μεριά ζωγραφίζουμε κάτι που να μοιάζει με φωτιά και να δίνει την αίσθηση του κεραυνού.

5 Όταν αφήσουμε το σανιδάκι, αυτό πέφτει ακριβώς μπροστά απ' τη μορφή του Αίαντα, καθώς είναι τεντωμένες οι χορδές. Στο επάνω μέρος κρατιέται αυτό με μια περόνη, όπως και τα σκηνικά, έτσι ώστε, όταν έρθει η κατάλληλη στιγμή, το σχοινί να τραβήξει την περόνη και να ρίξει τον κεραυνό.

Όταν πέσει ο κεραυνός, η μορφή του Αίαντα εξαφανίζεται ως εξής. Κατασκευάζουμε ένα ακόμα μικρό σκηνικό[1], σαν τα άλλα τα επικαλυπτόμενα σκηνικά, τόσο μικρό όμως, ώστε να καλύπτει μόνο τη μορφή

γραπται θάλασσα ὁμοία τῇ περιεχούσῃ τὸ ζῴδιον καὶ τὰ κύματα.

(του Αίαντα). Πάνω στο μικρό αυτό σκηνικό ζωγραφίζουμε θάλασσα, όμοια με αυτή που περιβάλλει τη μορφή, και κύματα.

6 *καὶ εἴ τι ἄλλο φαινόμενόν ἐστι τῶν ἐγγείων, προσαπονενέμηται, ὅπως ἐπικαλυφθέντος τοῦ ζῳδίου τὸ ὅμοιον. καὶ ἐκ τῶν ὄπισθεν δεῖ τὸ ὀθόνιον ὁμοίως θαλασσοειδεῖ χρώματι προσαποκεχρῶσθαι. ἵνα δὲ ἐπικαλυπτόμενον μηδαμῶς φανῇ τὸ ὀθόνιον, ἔστιν ἄνω συνεστραμμένον καὶ κρατεῖται ὑπὸ τῆς μιᾶς περόνης, ὑφ' ἧς καὶ ὁ κεραυνὸς κρατεῖται, ὥστε ἑλκυσθείσης αὐτῆς ἅμα τε τὸν κεραυνὸν ἐνεχθῆναι ἐπὶ τὸ ζῴδιον καὶ καλυφθῆναι αὐτὸ ὑπὸ τοῦ ὀθονίου, ὥστε δοκεῖν πληγὲν αὐτὸ ὑπὸ τοῦ κεραυνοῦ ἠφανίσθαι.*

6 Και έαν φαίνεται ακόμα ένα κομμάτι στεριάς, το σχεδιάζουμε κι αυτό, ώστε, όταν το μικρό σκηνικό καλύψει τη μορφή, όλα (τα σχέδια πάνω στο μικρό και το μεγάλο σκηνικό) να είναι όμοια, να ταιριάζουν. Από πίσω πρέπει το μικρό σκηνικό να είναι επίσης χρωματισμένο με χρώμα θαλασσί. Αλλά για να μη φαίνεται το μικρό σκηνικό που καλύπτει τη μορφή, το τυλίγουμε επάνω και το συγκρατούμε με μια περόνη, την ίδια με την οποία συγκρατείται και ο κεραυνός. Έτσι όταν τραβηχτεί η περόνη, ταυτόχρονα με την πτώση του κεραυνού, πέφτει πάνω στη μορφή το μικρό σκηνικό και την καλύπτει, έτσι που να φαίνεται ότι η μορφή χτυπήθηκε από τον κεραυνό και εξαφανίστηκε.

7 Τὰ *μὲν οὖν κατὰ τὸν πίνακα οὕτως οἰκονομεῖται. ὁμοίως δὲ καὶ αἱ ἐν τοῖς ζῳδίοις καὶ αἱ τῆς πορείας κινήσεις διὰ τοιούτων ὀργάνων πᾶσαι γίνονται, οἵ τε πίνακες πάντες ὁμοίως διὰ τούτων οἰκονομοῦνται, πλὴν ὅτι <μύθοις> διαλλάσσονται.*

7 Έτσι κατασκευάζονται λοιπόν όσα συμβαίνουν στη σκηνή. Και έτσι, με τέτοιους μηχανισμούς[1], γίνονται όλες οι κινήσεις, και αυτές των μορφών και οι κινήσεις μετάβασης (των κινητών αυτομάτων). Έτσι, με τέτοιους μηχανισμούς, κατασκευάζονται και όλες οι σκηνές των σταθερών αυτόματων θεάτρων. Μόνο που από αυτόματο σε αυτόματο διαφέρουν οι μύθοι, (οι μορφές και οι κινήσεις τους).

30.3 (1) *μολιβίδιον, τό* / μικρό μολυβένιο βαρίδι
30.4 (1) *χρυσόω* / επιχρυσώνω
30.5 (1) *ὀθόνιον, τό* / μικρή οθόνη, μικρό πανί σκηνικού
30.7 (1) *ὄργανον, τό* / μηχανισμός, εξάρτημα

Παράρτημα 1

Αλφαβητικό Ευρετήριο τεχνικών όρων της Αυτοματοποιητικής

Α

ἀγκύλη, ἡ / (2.7), (5.4), (23,6) θηλιά, βρόχος

προσαγκυλώνω / (2.7) θηλυκώνω, δένω με θηλιά

ἀέρι (επίρρ.) / (28.3) με το χρώμα του ουρανού, γαλάζιο

ἀετός, ὁ / (28.3) αέτωμα

ἄξων, ὁ / (2.7) άξονας

πλάγιος ἄξων, ὁ / (23.3) οριζόντιος άξονας

ἀπόκροτος (επίθ.) / (2.1) στέρεος

ἀπόκροτον ἔδαφος, τό / (2.1) καλά πατημένο, στέρεο έδαφος

ἀποπορεία, ἡ / (5.1) (βλ. πορεία)

ἀπορθώνω / (2.2) στερεώνω σε ορισμένο ύψος

ἀρίς, ἡ / (22.4) αρίδα, χειροδράπανο, ξυλουργικό χειροκίνητο τρυπάνι, όμοιο με αυτό της μαρμαροτεχνίας (σχ. 65)

ἁρμένιον, τό / (24.2) εργαλείο

ἀρχή, ἡ / (2.6) αφετηρία, αρχική αιτία, κινητήρια δύναμη

ἀστερίσκος, ὁ / (24.5) αστεροειδής, ακτινωτός οδοντωτός τροχός

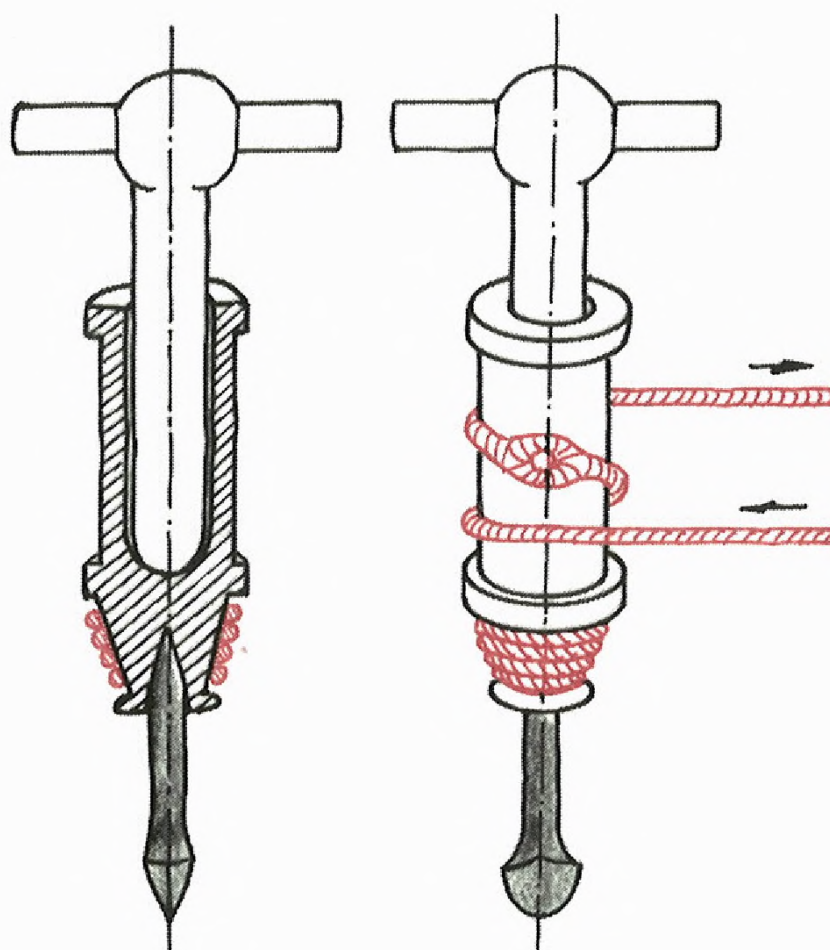
αὐτόματος (επίθ.) / (1.2) αυτοκίνητος, ικανός να κινείται από μόνος του

αὐτόματον, τό / (1.2) μηχανή αυτοκίνητη, κινούμενη από μόνη της, με εσωτερική ενέργεια

ὑπάγον αὐτόματον, τό / (1.2) κινητό, κινούμενο, οδεύον αυτόματο

στατὸν αὐτόματον, τό / (1.3) σταθερό, ιστάμενο, όρθιο αυτόματο

αὐτοματοποιητική, ἡ / (1.1) η επιστήμη, η τέχνη και η τεχνική της κατασκευής των αυτομάτων



σχ. 65. *Αρίδα, χειροκίνητο τρυπάνι*

Η

ἧλος, ὁ / ήλος, καρφί
ἐφηλωτός (επίθ.) / (2.2) καρφωτός, καρφωμένος, στερεωμένος με ήλους

Θ

θαυματουργός, ὁ / (1.7) θαυματοποιός, κατασκευαστής αξιοθαύμαστων έργων
θύρσος, ὁ / (3.3) ιερό ραβδί, στεφανωμένο με λουλούδια και κορδέλλες, σύμβολο του θεού Διονύσου
θωράκιον, τό / (23.2) στηθαίο, προστατευτικό διάζωμα

Ι

ἴτυς, ἡ / (16.1) δακτύλιος, κυκλικό στεφάνι συνήθως φτιαγμένο από ιτιά, για να είναι γερό, (χρησιμεύει στην κατασκευή τροχών ή ασπίδων)

Κ

κανών, ὁ / (2.2) κανόνας, ευθύγραμμη ξύλινη ράβδος, ξύλινος οδηγός, χάρακας
κανόνιον, τό / (10.1), (24.3), (26.2) μικρός κανόνας, βέργα, πήχυς, πηχάκι
κατασκευή, ἡ / τεχνική δημιουργία
κατασκεύασμα, τό / 2.12) το αποτέλεσμα της κατασκευής, (βλ. δημιουργία, δημιούργημα)
καταστρώνω / (3.2) επιστρώνω
κατάστρωμα, τό / (3.2) επιστρωμένη επιφάνεια, δάπεδο, πάτωμα
κεντρίον, τό / (25.2) καρφάκι, βελόνι, βελονάκι
κεφαλή, ἡ / (3.12) κιονόκρανο
κιβώτιον, τό /
κιβωτάριον, τό / (28.3) μικρό κιβώτιο
κίων, ὁ / κίονας, στύλος, κολόνα
κιόνιον, τό / (3.1) μικρός κίονας, κολονάκι
κλεῖθρον, τό / κλείστρο, σύρτης
κλειθρίον, τό / (9.5) μικρό κλείστρο
κλείς, ἡ / (13.5) βαλβίδα, βάνα
κνώδαξ, ὁ / (2.3), (5.3), (11.8) σημείο έδρασης και περιστροφής, εδραζόμενο τμήμα ενός περιστρεφόμενου άξονα, στροφέας
κόλλαβος, ὁ / (30.2) κλειδί, σαν αυτό που κουρδίζουμε τα έγχορδα μουσικά όργανα
κόραξ, ὁ / (15.3) άγκιστρο, γάντζος, μάνδαλο
κοῦφος (επίθ.) / (2.2) κούφιος, ελαφρός
κοχλίας, ὁ / (10.2) κοχλίας, βίδα
κύκλῳ (επίρρ.) / (3.1) α) κυκλικά, περιμετρικά, β) ολόγυρα, γύρω-γύρω
κυμάτιον, τό / (3.1) κυμάτιο, διακοσμητικό διάζωμα

Λ

λαμπτήρ, ὁ / (12.3), (28.6) λαμπτήρας, φωτιστικό σκεύος, λυχνάρι, καντήλα
λεία, ἡ / (2.6) βάρος, αντίβαρο
λεπίς, ἡ / λεπίδα, φύλλο μετάλλου, έλασμα
λεπίδιον, τό / (12.2), (28.5) μικρή λεπίδα, μεταλλικό πλακίδιο
λύχνος, ὁ / (28.4) λυχνάρι

Μ

μήρυμα, τό / σπείρα φιδιού, ελικοειδές τύλιγμα
μηρυμάτιον, τό / (2.11), (6.2) δέσμη σχοινιού

μηχανή, ή / (20.2), (21.2), (22.6) μηχανισμός εμφάνισης και εξαφάνισης μορφών, μηχανή με την οποία εμφανίζονται μετέωροι οι θεοί στις αρχαίες θεατρικές παραστάσεις

μηχανάομαι / (17.1) κατασκευάζω με τέχνη και επιδεξιότητα

μηχάνημα, τό / (1.1) το αποτέλεσμα μιας επιδέξιας τεχνικής κατασκευής

μηχανική, ή / (1.1) μηχανική, η επιστήμη του μηχανικού, (περιέχει το σύνολο των τεχνικών επιστημών, όπως εφαρμοσμένα μαθηματικά, στατική, κινηματική, πνευματικά και αυτοματοποιητική)

μολιβίδιον, τό / (30.3) μικρό μολυβένιο βαρίδι

μολιβοῦς (επίθ.) / (5.5) μολυβένιος

μοχλός ὁ /

μοχλίον, τό / (18.3) μικρός μοχλός

Ν

νευρίνος, ὁ / (2.6) νεύρο ζώου, (χρησιμοποιείται στις χορδές των τόξων ή στους καταπέλτες)

Ξ

ξύσματα τεκτονικά, τά / (3.4) ροκανίδια

Ο

ὀβελίσκος, ὁ / (25.2) μεταλλική βέργα, ράβδος, σούβλα (γύρω από την οποία τυλίγονται τα σκηνικά)

οἰκονομῶ / (20.2) κατασκευάζω, διευθετώ, χειρίζομαι

ὀθόνη, ή

ὀθόνιον, τό / (25.2), (30.5) λεπτό λινό ύφασμα, μικρή οθόνη, σκηνικό

ὀμφαλός, ὁ / (26.3) λεπτός ξύλινος άξονας που γύρω του τυλίγεται είτε το άγραφο χαρτί σχηματίζοντας ένα ρολλό είτε τα γραμμένα χειρόγραφα σχηματίζοντας βιβλία σε κυλινδρική μορφή (αλλιώς *κόνταξ, ὁ* / και βυζαντινά *κοντός, ὁ*)

ὄργανον, τό / (2.10), (30.7) όργανο, εξάρτημα, τμήμα ενός μηχανισμού

ὀφιώδης (επίθ.) / (11.1) ελικοειδής, με πολλές στροφές

Π

παλάμη, ή / (3.1) μονάδα μήκους 4 δακτύλων ή 8 εκατοστών

παραστάς, ή / (26.1) παραστάδα, παράπλευρη κολώνα στο άνοιγμα πόρτας

παραχαλασμάτιον, τό / (23.8) (βλ. χάλασμα)

πάχος, τό / (17.3) διάμετρος ενός κύκλου

πελεκῖνος, ὁ / (10.1) πελεκημένη, κεκλιμένη πλευρά, φάλτσο (Στην ξυλουργική τέχνη τρόπος συρταρωτής συναρμογής δύο ξύλων, με διπλό φάλτσο αντίθετης φοράς, η ονομαζόμενη: χελιδονοουρά)

πέλεκυς, ὁ / (1.5) πελέκι, τσεκούρι

περιφέρεια, ή / (17.3) περίμετρος ενός κύκλου

περόνη, ή / (27.2) βελόνη, περόνη

περόνιον, τό / (25.5) μικρή περόνη, μικρή βελόνη, καβίλια που ασφαλίζει, (τοποθετείται συνήθως στον άξονα των αμαξών, έξω από τον ομφαλό του τροχού)

πῆγμα, τό / (5.4) ξύλινο πλαίσιο στήριξης, ικρίωμα, ξυλόδεμα, στήριγμα από ξύλα

διάπηγμα, τό / (11.9) διαχωριστικό διάζωμα, τοίχωμα, χώρισμα

πῆχυς, ὁ / (3.1) μονάδα μήκους 6 παλαμών ή 24 δακτύλων ή 48 εκατοστών

πίναξ, ὁ / (1.3) πίνακας, οθόνη, σκηνή θεάτρου

πινάκιον, τό / (21.1) μικρός πίνακας, σκηνή

πλινθίον, τό / (2.7), (5.3), (23.1) μικρή πλίνθος, ορθογώνιο πλαίσιο, κιβώτιο, τροχοκιβώτιο, (αποτελεί τη βάση των κινητών αυτομάτων και το πλαίσιο της σκηνής των σταθερών)

πορεία, ἡ / (5.1) ευθύγραμμη μετάβαση, κίνηση προς τα εμπρός

ἀποπορεία, ἡ / (5.1) ευθύγραμμη επιστροφή, κίνηση προς τα πίσω

πρίζω / (1.5) πριονίζω

προσαγκυλώνω / (2.7) (βλ. αγκύλη)

πρόσωπο, τό / (22.1) πρόσωπο, προσωπείο, μάσκα

πυελίς, ἡ / (5.3)

ἐμπυελίς, ἡ / *ἐμπυελίδιον, τό* / (2.3), (26.2) κοίλωμα μέσα στο οποίο περιστρέφεται το εδραζόμενο τμήμα ενός άξονα, οριζόντιο αξονικό έδρανο, δαχτυλίδι, τριβέας

πυργίον, τό / (3.2) στέγη

πυρήν, ὁ

πυρηνίδιον, τό / (26.2) αξονική κατάληξη, κεφαλή κάθετα περιστρεφόμενου άξονα, στρογγυλή κεφαλή του εργαλείου της μήλης

Σ

σαμβύκη, ἡ / (30.2) τριγωνικό έγχορδο μουσικό όργανο, με τέσσερις λεπτότατες χορδές που παράγουν οξείς ήχους, ο σημερινός ταμπουράς

σανίς, ἡ / (2.2) σανίδα

σκεπαρνίζω / (1.5) δουλεύω με το σκεπάρνι

σκύφος, ὁ / (3.3) πήλινο δοχείο, κούπα

σπάρτος, ὁ / (2.4), (5.3), (9.5) σχοινί, φτιαγμένο από φυτικά υλικά, συνήθως σπάρτο, νήμα, κορδόνι, σπάγγος

σπειρίον, τό / (3.1) σπειροειδής βάση των κιόνων

στατὸν αὐτόματον / (1.2) (βλ. αυτόματον)

στόμα, τό / (17.1) άνοιγμα

στρογγυλόγλυφος (επίθ.) / (25.7) σκαλιστός με στρογγυλεμένα ανάγλυφα

στροφεύς, ὁ / (23.2) στροφέας, άξονας περιστροφής

στρόφωμα, τό /

στροφωμάτιον, το / στροφέας, στρόφιγγα, άξονας περιστροφής, μεντεσές

στυλοβάτης, ὁ / (16.1) στυλοβάτης, βάθρο των στύλων, υπόβαθρο

σύνταγμα, τό / (20.3) σύγγραμμα, βιβλίο (το αποτέλεσμα της συντάξεως)

σύριγξ, ἡ / (2.8), (5.5) κυλινδρικός σωλήνας, σωληνοειδής θάλαμος, (ένα είδος κλεψύδρας μέσα στην οποία πέφτει το κινητήριο βάρος των αυτομάτων)

σφίγμα, τό / (2.4) σφίξιμο (λόγω τριβών)

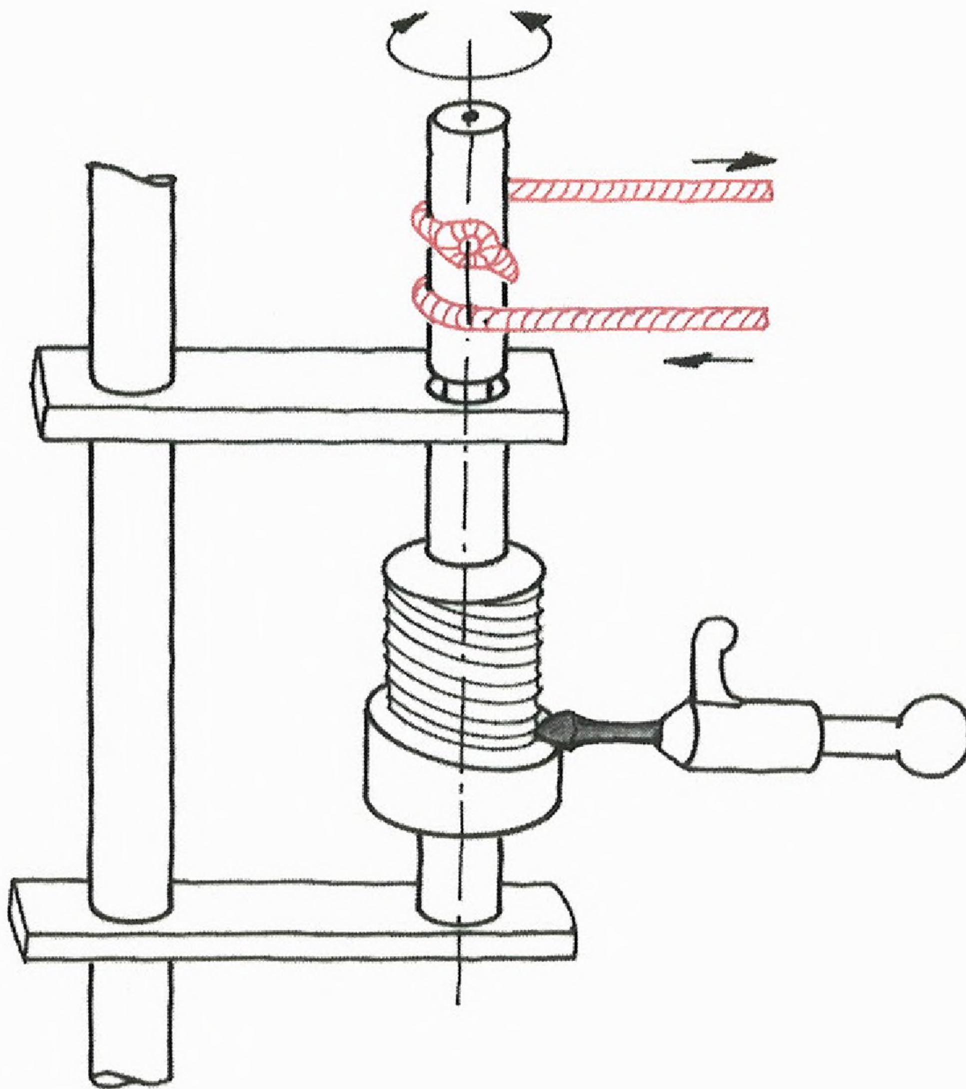
σφύρα, ἡ / (1.5) σφυρί

σχαστηρία, ἡ / (13.9) σκανδάλη, (σαν αυτή που χρησιμοποιείται στους καταπέλτες)

σωλήν, ὁ / (2.2), (16.2) α) σωλήνας, κυκλικός ή ημικυκλικός αγωγός, (όπως αυτός των συστημάτων ύδρευσης), β) κυλινδρική εσοχή, σωληνοειδής αύλακα, ημικυκλική μεταλλική ράγα

σωληνάριον, τό / (13.2) σωληνάκι

Τ



σχ. 66. *Τόρνος χειροκίνητος*

Υ

ὑπάγον αὐτόματον / (1.2) (βλ. αυτόματον)

ὑπέρθυρον, τό / (25.7) υπέρθυρο, ανώφλι

ὕσπληγξ, ἡ / (2.6) α) τεντωμένο σχοινί, νήμα, (σαν αυτό που έχουν στις αφετηρίες των αγώνων δρόμου), β) σύστρεμμα νεύρων, δέσμη νεύρων τεντωμένων και στριμμένων σαν ελατήριο, (χρησιμοποιείται στους καταπέλτες, αλλά αποτελεί και εναλλακτική κινητήρια δύναμη των αυτομάτων)

ὑσπλήγγιον, τό / (24.3) μεταφορικά: καταπέλτης, (ράβδος που προκαλεί περιοδικούς κτύπους)

Φ

φακός, ὁ / ο καρπός της φακής

φακοειδής (επίθ.) / (5.3) σφαιρικός, κυρτός, σε σχήμα φακού

Χ

χάλασμα, το / (2.10) ελεύθερη, χαλαρή περιέλιξη, χαλάρωμα, μπόσικο του σχοινιού, (δέσμη σχοινιού που προσκολλάται πάνω στον κινητήριο άξονα χωρίς να τυλίγεται γύρω απ' αυτόν, έτσι ώστε καθώς ξετυλίγεται το σχοινί να μην περιστρέφει τον άξονα και κατά τον προγραμματισμό των κινήσεων να προκαλεί την κατάσταση της ακινησίας)

χαλασμάτιον, τό / *παραχαλασμάτιον, τό* / (23.8)

χείρ, ἡ / (13.9) χερούλι, λαβή

χοινικίς, ἡ / (11.2) κοίλος, σωληνοειδής θύλακας μέσα στον οποίο περιστρέφεται άξονας

χοινικίδιον, τό / (2.3) θύλακας, βάση περιστροφής, κοίλο αξονικό έδρανο ολισθήσεως

χρυσόω / (30.4) επιχρυσώνω

Ψ

ψόφος, ὁ / (1.5) κρότος, ήχος οξύς

Παράρτημα 2

Επιλογή αποσπασμάτων της Αυτοματοποιητικής κατανεμημένων κατά θέματα

1. Αρχαίοι αυτοματοποιοί
2. Αρχαία συγγράμματα
3. Σύγχρονοι αυτοματοποιοί
4. Τεχνικές καινοτομίες
5. Κριτική στους παλαιότερους
6. Δημόσιοι διαγωνισμοί
7. Μηχανές όμοιες με την πραγματικότητα
8. Από μηχανής μορφές
9. Αυτόματες κινήσεις
10. Χαρακτηριστικά των αυτομάτων
11. Πρωτότυπα σχέδια
12. Διδασκαλία των αυτομάτων
13. Θεωρητικές αναζητήσεις
14. Αναφορές στο πείραμα και την πράξη

1. Αρχαίοι αυτοματοποιοί

Με τις αναφορές του ο Ήρωνας επιβεβαιώνει την ύπαρξη προγενέστερών του, παλαιών, αρχαίων αυτοματοποιών. Πόσο παλαιότεροι ήταν είναι άγνωστο. Πιθανώς με τον όρο προγενέστεροι εννοεί τους μηχανικούς των ελληνιστικών χρόνων, ενώ με τον όρο αρχαίοι εκείνους των κλασσικών.

1.1 *τῆς αὐτοματοποιητικῆς πραγματείας ὑπὸ τῶν πρότερον αποδοχῆς ἠξιωμένης* / η μελέτη της αυτοματοποιητικής έβρισκε μεγάλη αποδοχή στους προγενέστερους

1.7 *ἐκάλουν οἱ παλαιοὶ τοὺς τὰ τοιαῦτα δημιουργοῦντας θαυματουργούς* / οι παλαιότεροι ονόμαζαν θαυματοποιούς αυτούς που κατασκεύαζαν τέτοια αυτόματα

2.12 *δεῖ τὰς τῶν ἀρχαίων ἐκφυγεῖν διαθέσεις* / πρέπει να αποφεύγουμε τις παραστάσεις των αρχαίων θαυματοποιών

5.1 *οἱ μὲν πρὸ ἡμῶν τὴν τῆς πορείας παρέδωκαν ἡμῖν* / οι προγενέστεροί μας μηχανικοί μάς παρέδωσαν την κίνηση μετάβασης του αυτομάτου

20.5 *τὰ ὑπὸ τῶν ἀρχαίων εἰρημένα* / όσα έχουν πεῖ οι αρχαίοι

22.1 *οἱ μὲν ἀρχαῖοι κέχρηνται ἁπλῇ τινι διαθέσει* / οι αρχαίοι χρησιμοποιούσαν μιαν απλὴν υπόθεση

2. Αρχαία συγγράμματα

Ο Ήρωνας επιβεβαιώνει την ύπαρξη πολλών και ποικίλων παλαιότερων βιβλίων και συγγραμμάτων, σχετικών με την αυτοματοποιητική, ονομαστικά αναφέρεται όμως σε εκείνο του Φίλωνα του Βυζάντιου.

1.1 *ἡ αὐτοματοποιητικὴ πραγματεία* / σύγγραμμα αυτοματοποιητικής

1.8 *ἐν μὲν τούτῳ τῷ βιβλίῳ περὶ τῶν ὑπαγόντων γράφομεν, ἐν δὲ τῷ ἑξῆς περὶ τῶν στατῶν αὐτομάτων* / σ' αυτό το βιβλίο γράφουμε για τα κινητά, στο δε επόμενο για τα σταθερά αυτόματα

5.1 *αἱ ὑπὸ (τῶν πρὸ ἡμῶν) ἀναγεγραμμέναι μέθοδοι* / μέθοδοι που έχουν γραφεί από προγενέστερους αυτοματοποιούς

20.1 *τὰ πρὸ ἡμῶν ἀναγεγραμμένα* / *τὰ πρότερον ἀναγεγραμμένα* / τα προγενέστερα συγγράμματα

20.1 *βέλτιον τῶν πρὸ ἡμῶν οὐδὲν εὕρομεν τῶν ὑπὸ Φίλωνος τοῦ Βυζαντίου ἀναγεγραμμένων* / καλύτερο απ' όλα, όσα πριν από μας γράφηκαν, άλλο δεν βρήκαμε από εκείνο το έργο του Φίλωνα του Βυζάντιου

20.3 *πολλοῖς συντάγμασι περιτυχόντες οὐχ εὕρομεν τοῦτο ἀναγεγραμμένον* / πολλά συγγράμματα μας έτυχαν, αλλά αυτό δεν το βρήκαμε γραμμένο

3. Σύγχρονοι αυτοματοποιοί

Οι διατυπώσεις του Ήρωνα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι την εποχή του υπήρχε πλήθος ανθρώπων, προφανώς μηχανικών, που σπούδαζαν ίσως στο αλεξανδρινό Μουσείο και πού ασχολούνταν συστηματικά με τη μελέτη και την κατασκευή των αυτομάτων. Οι μηχανικοί αυτοί αποτελούσαν μια σχολή αυτοματοποιών, καταγίνονταν μεθοδικά με τα αυτόματα, είχαν αποκτήσει πείρα από την εφαρμογή παλαιότερων μεθόδων και πειραματίζονταν σε νέες μορφές αυτομάτων.

1.8 *τὸν προαιρούμενον ἑτέρως διατίθεσθαι δύνασθαι* / όποιος θα επιθυμούσε να παρουσιάσει μια διαφορετική παράσταση, θα μπορούσε να το κάνει

2.12 *δυνατὸν ταῖς αὐταῖς μεθόδοις χρώμενον ἑτέρας διαθέσεις ποιεῖσθαι* / είναι δυνατόν να χρησιμοποιήσει κανείς τις ίδιες μεθόδους και να δημιουργήσει διαφορετικές παραστάσεις

5.1 *σπάνιον ἐπιτυχεῖν κατακολουθοῦντα ταῖς ὑπ' αὐτῶν ἀναγεγραμμέναις μεθόδοις* / γιατί σπάνια μπορούν να επιτύχουν στο έργο τους, όσοι ακολουθήσουν τις μεθόδους που οι προγενέστεροι μηχανικοί έχουν γράψει

5.1 *ὡς ἔστι φανερὸν τοῖς πεπειραμένοις (τῶν μεθόδων) αὐτῶν* / όπως είναι φανερό σε όσους έχουν πειραματισθεί με την εφαρμογή αυτών των μεθόδων

20.1 *ὡς ἔστι δῆλον τοῖς πεπειραμένοις τῶν πρότερον ἀναγεγραμμένων* / όπως είναι φανερό σε όσους μελέτησαν τα παλαιότερα συγγράμματα

20.5 *οὕτως νομίζομεν τοὺς ἐντυγχάνοντας τῆς μεγίστης ὠφελείας τυγχάνειν* / έτσι νομίζουμε ότι ωφελούνται περισσότερο οι σύγχρονοι μελετητές

21.2 *χαριέστατος τῶν μεταχειριζομένων* / ο καλύτερος από όλους εκείνους που καταγίνονται με τα αυτόματα

22.2 *οἱ δὲ καθ' ἡμᾶς μύθους ἐμβεβλήκασιν ἀστείους* / οι σύγχρονοι με μας αυτοματοποιοί ανεβάζουν μύθους ευχάριστους

4. Τεχνικές καινοτομίες

Ο Ήρωνας είναι λάτρης της καινοτομίας. Επιδιώκει να διαφοροποιηθεί από τους αρχαίους δημιουργώντας νέες, σύγχρονες, καινοτόμες παραστάσεις, εφευρίσκοντας καινοτομίες στη λειτουργία των αυτομάτων, εισάγοντας σύγχρονες με αυτόν μεθόδους σε αντικατάσταση των παλαιών. Το νέο στα ελληνιστικά αυτόματα έγκειται, κατά τον Ήρωνα, στην τεχνολογική αρτιότητα και σιγουριά, την ποικιλία και πολυπλοκότητα των κινήσεων, τη χάρη και την ομορφιά.

2.12 *δεῖ δὲ τὰς τῶν ἀρχαίων ἐκφυγεῖν διαθέσεις, ὅπως καινότερον τὸ κατασκεύασμα φαίνηται* / πρέπει να αποφεύγουμε τις παραστάσεις των αρχαίων, για να φαίνεται πιο καινούργιο το κατασκεύασμα

5.2 *ἡμεῖς δὲ ὑποδείξομεν, ὡς ἔστι τὴν πορείαν γίνεσθαι εὐκόπως τε καὶ ἀκινδύνως καὶ ὡς τὸ πλινθίον κατὰ κύκλου φαίρεσθαι καὶ ἐν παραλληλογράμμῳ ὀρθογωνίῳ* / ἐμεῖς θὰ δείξουμε όμως (σε αντιπαράθεση με τις παλαιότερες μεθόδους), πώς μπορεί εύκολα και ακίνδυνα να γίνει η ευθύγραμμη μετάβαση, κι ακόμα πώς μπορεί το πλαίσιο να κινείται πάνω σε κύκλο ή και σε ορθογώνιο παραλληλόγραμμο

20.1 *εὐκόπως καὶ ἀκινδύνως καὶ ξένως παρὰ τὰ πρὸ ἡμῶν ἀναγεγραμμένα κατακεχωρίκαμεν* / τα παρουσιάσαμε με τρόπο εύκολο, ακίνδυνο και διαφορετικό απ' όσα έχουν γραφεί πριν από μας

20.1 *περὶ τῶν στατῶν αὐτομάτων βουλόμεθα γράφειν καινότερόν τι* / για τα σταθερά αυτόματα θέλουμε να γράψουμε κάτι πιο σύγχρονο, πιο καινοτόμο

20.2 *δυνατὸν ἦν χωρὶς μηχανῆς φανῆναι Ἀθηνᾶν ὑπὸ τὸν πίνακα* / είναι δυνατόν χωρίς μηχανή να εμφανιστεῖ η Αθηνά στη σκηνή

20.4 *δυνατόν ἐστιν σφαιρία ἐμπίπτοντα διφθέρᾳ ἐξηπλωμένῃ τὸν ἦχον τῆς βροντῆς ἀποδιδόναι* / είναι δυνατόν σφαιρίδια που πέφτουν πάνω σε ένα τεντωμένο δέρμα να αποδίδουν τον ήχο της βροντής

22.2 *οἱ καθ' ἡμᾶς μύθους ἐμβεβλήκασιν ἀστείους καὶ κινήσεσι κέχρηνται πολλαῖς καὶ ἀνομοίαις* / οι σύγχρονοί μας αυτοματοποιοί ανεβάζουν μύθους ευχάριστους και χρησιμοποιούν κινήσεις πολλές και ανόμοιες

17 Η κάλυψη των σχοινιών

18 Ο πολλαπλασιασμός των στροφών κατά την μετάδοση της κίνησης

19 Ανεξάρτητοι μηχανισμοί κίνησης

5. Κριτική στους παλαιότερους

Το ελληνικό πνεύμα της αναγνώρισης, μελέτης και αποδοχής των παλαιότερων, παράλληλα με τη συμπλήρωση, την κριτική, τη διόρθωση του έργου τους, εκφράζει ο Ήρωνας σε περισσότερες αναφορές του ενώ ονομαστικά αναφέρεται στον Φίλωνα τον Βυζάντιο.

5.1 *οἱ μὲν πρὸ ἡμῶν τὴν ὁδὸν τῆς πορείας παρέδωκαν ἡμῖν καὶ ταύτην κακοπαθῆ τε καὶ ἐπικίνδυνον* / οι προγενέστεροι μηχανικοί μάς παρέδωσαν την ευθύγραμμη κίνηση μετάβασης του αυτομάτου, και αυτή μάλιστα κακότεχνη και επικίνδυνη

5.2 *ὑπὸ Φίλωνος τοῦ Βυζαντίου πολλαὶ διαθέσεις οὐ φαύλως οἰκονομούμεναι, πλὴν τῆς μηχανῆς τῆς περὶ τὴν Ἀθηνᾶν, ἐργωδέστερον πως τὴν κατασκευὴν ἐποιήσατο* / από τον Φίλωνα τον Βυζάντιο έγιναν πολλές σκηνές, όλες με ευχέρεια κατασκευασμένες, εκτός από εκείνη τη μηχανή της Αθηνάς, που ο Φίλωνας κατασκεύασε με πολύπλοκο τρόπο

5.3 *Φίλων ὑποσχόμενος κεραυνὸν πεσεῖν καὶ βροντῆς ἦχον γενέσθαι οὐ κατεχώρισε* / ο Φίλωνας υποσχέθηκε ότι θα κάνει κεραυνό να πέφτει και θα προκαλέσει ήχο βροντής, όμως πουθενά δεν έγραψε γι' αυτά

20.5 *τῶν λοιπῶν ἐν τάξει καὶ εὐμεθόδως ὑπὸ τοῦ Φίλωνος ἀναγεγραμμένων* / τα υπόλοιπα έχουν γραφεί με τάξη και μεθοδικότητα από τον Φίλωνα

20.5 *οὕτως νομίζομεν τοὺς ἐντυγχάνοντας τῆς μεγίστης ὠφελείας τυγχάνειν, ὅταν τὰ μὲν καλῶς ὑπὸ τῶν ἀρχαίων εἰρημένα παρατιθῆται αὐτοῖς, τὰ δὲ παραθεωρηθέντα ἢ διορθώσεως τυχόντα καταχωρίζηται* / έτσι νομίζουμε ότι ωφελούνται περισσότερο οι σύγχρονοι μελετητές, όταν τους παραθέτουμε μεν όσα σωστά έχουν πει οι αρχαίοι, τους αναφέρουμε όμως και εκείνα που έχουν παραβλεφθεί ή διορθωθεί

22.1 *οἱ μὲν ἀρχαῖοι κέχρηνται ἁπλῇ τινι διαθέσει* / οι αρχαίοι χρησιμοποιούν μιαν απλή υπόθεση

6. Δημόσιοι διαγωνισμοί

Αναφορές σχετικές με την άμιλλα, το συναγωνισμό των μηχανικών που κατασκευάζουν αυτόματα, την επιδίωξή τους να κατασκευάσουν το καλύτερο, το πιο ευχάριστο, το πιο χαριτωμένο αυτόματο σε σύγκριση με τα άλλα, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι τα αυτόματα παρουσιάζονταν δημόσια και υπόκειντο στην κρίση των θεατών όπως και οι θεατρικές παραστάσεις κατά τους θεατρικούς διαγωνισμούς. Η άμιλλα αυτή μπορεί βέβαια να ερμηνευθεί και σαν ένα είδος τελικών εξετάσεων των τελειόφοιτων σπουδαστών της αυτοματοποιητικής

2.12 *βέλτιον δ' ἐν τούτοις ἀναστρέψει ὁ χαριεστέραν ἐπινοῶν διάθεσιν* / καλύτερα απ' όλους θα το πετύχει εκείνος που θα βρει την πιο όμορφη παράσταση

4.3 *καὶ οὕτως τέλος ἕξει ἡ ἐπίδειξις* / και έτσι θα τελειώσει η επίδειξη

21.2 *χαριέστατος δὲ τῶν μεταχειριζομένων ὁ γλαφυρωτάτην διάθεσιν ἐπινοῶν* / κι όποιος επινοήσει τη γλαφυρότερη παράσταση, αυτός, από όλους όσοι καταγίνονται με τα αυτόματα, θα αναδειχθεί ο καλύτερος

7. Μηχανές όμοιες με την πραγματικότητα

Η αναζήτηση της ομοιότητας των τεχνικών επιτευγμάτων με την αλήθεια και την πραγματικότητα, και παράλληλα η άντληση γνώσης από την πραγματικότητα, η δημιουργία τεχνικών έργων που να μην απομακρύνονται απ' αυτήν, αποτελούν στόχο του Ήρωνα του Αλεξανδρινού. Το τεχνικό όραμα της δημιουργίας αυτομάτων που να μοιάζουν αληθινά, φυσικά και έμψυχα, συνοδεύεται από την ρεαλιστική αντίληψη στην τέχνη, όπου υπέρτατο κριτήριο ομορφιάς είναι η αλήθεια.

1.5 *ζῴδια ἐργαζόμενα, ψόφον ποιοῦντα καθάπερ ἐπὶ τῆς ἀληθείας* / μορφές που εργάζονται και προκαλούν κρότο σαν τον αληθινό

22.4 *καὶ ψόφον ἐποίουν πολύν, καθάπερ ἂν ἐπὶ τῆς ἀληθείας γίνοιτο* / κι έκαναν θόρυβο πολύ, σαν να γινόταν όλα στην πραγματικότητα

22.5 *δελφῖνες εἰς τὴν θάλατταν καταδυόμενοι καθάπερ ἐπὶ τῆς ἀληθείας* / δελφίνια βουτούσαν στη θάλασσα σαν να ήταν αληθινά

8. Από μηχανής μορφές

Όπως και στις αρχαίες θεατρικές παραστάσεις υπήρχαν μηχανισμοί που παρουσίαζαν μετέωρους τους «από μηχανής» θεούς, έτσι και στα αυτόματα θέατρα επιδιώκει ο Ήρωνας να κατασκευάσει μηχανές που να παρουσιάζουν στη σκηνή αυτόματες μορφές που προηγουμένως δε φαίνονταν. Από τη σχετική κριτική του προς τον Φίλωνα συμπεραίνουμε ότι ο Ήρωνας δίνει στις μηχανές αυτές ιδιαίτερη βαρύτητα και τις θεωρεί ίσως το πιο εντυπωσιακό στοιχείο της παράστασης.

1.6 *δύνανται ζῴδια ἐπιφαίνεσθαι πρότερον μὴ φαινόμενα καὶ πάλιν ἀφανίζεσθαι* / είναι δυνατόν να εμφανίζονται μορφές που προηγουμένως δεν φαίνονταν και να εξαφανίζονται πάλι

20.2 *τῆς περὶ τὴν Ἀθηνᾶν μηχανῆς* / η μηχανή της Αθηνάς

20.2 *δυνατὸν ἦν χωρὶς μηχανῆς φανῆναι αυτήν* / είναι δυνατόν χωρίς μηχανή να εμφανιστεί η Αθηνά

21.2 *καὶ ἐκτὸς τῶν πινάκων μηχανὰς αἰρομένας φαίνεσθαι καὶ περιαγομένας* / και έξω από τις σκηνές παρουσιάζονται αιωρούμενες και περιφερόμενες μηχανές

9. Αυτόματες κινήσεις

Μετά την περιγραφή της κατασκευής κάθε μηχανισμού, ασχολείται ο Ήρωνας με τον τρόπο που επιτυγχάνεται η αυτόματη κίνησή του. Το αυτόματο ολόκληρο αποτελείται από επιμέρους αυτόματα όργανα, αυτόματα κινούμενα μέλη. Κύριο μέλημα του Ήρωνα είναι η αυτοματοποιητική, η τέχνη της κατασκευής των αυτόματων αυτών μηχανισμών.

1.2 *κατασκευάζονται ναοὶ αὐτόματοί τε προσαγόμενοι* / κατασκευάζονται ναοί που μετακινούνται αυτόματα

1.2 *καὶ τῶν ζῳδίων ἕκαστον ἰδίᾳ κινεῖται* / και οι μορφές κινούνται όλες από μόνες τους

1.4 *αἱ θύραι αὐτόματοι ἀνοίγονται* / οι πόρτες ανοίγουν αυτόματα
καὶ μετ' οὐ πολὺν χρόνον κλεισθεισῶν τῶν θυρῶν πάλιν αὐτομάτως καὶ ἀνοιχθεισῶν / και μετά από λίγο κλείνουν και ανοίγουν πάλι αυτόματα οι πόρτες

1.5 *καὶ τῶν φαινομένων ζῳδίων ἓν ἕκαστον ἐν κινήσει δύναται φαίνεσθαι* / και οι ζωγραφισμένες μορφές μπορούν όλες να φαίνεται ότι κινούνται

1.6 *ὡς ἄν τις ἔληται δυνατόν ἐστι κινεῖν μηδενὸς προσιόντος τοῖς ζῳδίοις* / είναι δυνατόν να προκαλέσει κανείς οποιαδήποτε κίνηση επιθυμεί χωρίς να πλησιάσει τις μορφές

10.3 *ἵνα αὐτόματον τοῦτο γίνηται (τοὺς τροχοὺς μετεωρίζεσθαί τε καὶ ταπεινοῦσθαι ἐναλλάξ)* / για να γίνεται αυτό αυτόματα (να ανεβαίνουν και να κατεβαίνουν διαδοχικά οι τροχοί)

13.8 *ἵνα αὐτόματον τοῦτο γίνηται (ἐκ τοῦ θύρσου γάλα ἀναπιτυσθῆναι, ἐκ δὲ τοῦ σκύφους οἶνον)* / για να γίνεται αυτό αυτόματα (να εκτινάζεται γάλα από το ιερό ραβδί και από την κούπα κρασί)

Βλέπε ακόμα: 23.3 και 23.6, 24.3 και 24.5, 25.4, 26.6, 27.4.

10. Χαρακτηριστικά των αυτομάτων

Ποικιλομορφία, πολυπλοκότητα της σύνθεσης, τεχνική αρτιότητα, άψογη λειτουργία, ακρίβεια, λεπτότητα της κατασκευής συνοδεύονται από την έκπληξη, το θαυμασμό, τη χαρά που προκαλούσε η όψη των αυτομάτων στους θεατές τους. Τεχνική και αισθητική είναι τα δύο βασικά χαρακτηριστικά που συμβαδίζουν.

1.1 *τῆς αὐτοματοποιητικῆς ἀποδοχῆς ἠξιωμένης διά τε τὸ ποικίλον τῆς ἐν αὐτῇ δημιουργίας καὶ διὰ τὸ ἔκπληκτον τῆς θεωρίας* / η αυτοματοποιητική έβρισκε μεγάλη αποδοχή τόσο για την ποικιλομορφία των κατασκευών της όσο και για την έκπληξη που προκαλούσε η όψη τους

1.7 *διὰ τὸ ἔκπληκτον τῆς θεωρίας* / για την έκπληξη που προκαλούσε η όψη τους

1.7 *ἔστι δὲ ἡ τῶν στατῶν αὐτομάτων ἐνέργεια ἀσφαλεστέρα τε καὶ ἀκινδυνοτέρα καὶ μᾶλλον πᾶσαν ἐπιδεχομένη διάθεσιν τῶν ὑπαγόντων* / η λειτουργία των σταθερών αυτομάτων είναι ασφαλέστερη, πιο ακίνδυνη και ικανή να παρουσιάσει περισσότερες παραστάσεις απ᾽ ό,τι τα κινητά αυτόματα

1.8 *ποικίλη διάθεσις* / πολύπλοκη διάταξη

2.12 *χαριεστέρα διάθεσις* / η πιο χαριτωμένη παράσταση

4.4 *τοῖς δὲ εἰρημένοις μέτροις ἐχρησάμεθα ἀναγκαίως, μειζόνων γὰρ γενηθέντων ὑπόνοιαν ἕξει τὸ δρᾶμα ὡς ἐντός τινος ταῦτα δημιουργοῦντος* / αναγκαστικά χρησιμοποιήσαμε τις διαστάσεις που αναφέραμε, γιατί αν τα αυτόματα γίνουν μεγαλύτερα, το θέαμα θα προκαλέσει την υποψία ότι όλες αυτές τις κινήσεις τις κάνει κάποιος που βρίσκεται μέσα σ᾽ αυτό

21.2 *γλαφυρωτάτη διάθεσις* / η γλαφυρότερη παράσταση

22.2 *μύθους ἀστείους* / ευχάριστους μύθους

11. Πρωτότυπα σχέδια

Ρητά επιβεβαιώνει ο Ήρωνας ότι το πρωτότυπο κείμενο συνοδευόταν από χειρόγραφα, ζωγραφισμένα σχέδια, που αποτελούσαν αναπόσπαστο τμήμα του κειμένου, απόλυτα αναγκαίο για την κατανόηση και την παρουσίασή του. Τα σχέδια αυτά πρέπει να είχαν και εκπαιδευτική αποστολή, να τα χρησιμοποιούσε δηλαδή ο Ήρωνας κατά τη διδασκαλία των αυτομάτων.

24.2 *ὡς γέγραπται* / όπως είναι ζωγραφισμένο, όπως φαίνεται στο σχέδιο
27.2 *καθάπερ τὸ ὑπογεγραμμένον* / όπως αυτό που σχεδιάζουμε παρακάτω

12. Διδασκαλία των αυτομάτων

Ο ίδιος ο χαρακτήρας της Αυτοματοποιητικής του, αλλά και η ρητή αναφορά στον όρο διδασκαλία για την εκλογή της κατάλληλης θεατρικής παράστασης, μας επιτρέπουν να συμπεράνουμε ότι ο Ήρωνας είχε κατ' εξοχήν εκπαιδευτική αποστολή, και ότι η θεωρία και η τεχνική των αυτομάτων ήταν αντικείμενο διδασκαλίας στο αλεξανδρινό Μουσείο ή σε ιδιαίτερο Τεχνολογικό Εκπαιδευτήριο.

20.1 *πρὸς διδασκαλίαν ἁρμόζον* / κατάλληλο για διδασκαλία

13. Θεωρητικές αναζητήσεις

Όχι μόνο από την ενασχόλησή του με τα εφαρμοσμένα μαθηματικά αλλά και από το θεωρητικό, επιστημονικό τρόπο εξέτασης των μηχανικών προβλημάτων συμπεραίνουμε για την άρτια θεωρητική κατάρτιση του Ήρωνα. Ο τεχνολόγος μηχανικός Ήρωνας δίνει γεωμετρική, μαθηματική ερμηνεία του μηχανισμού κυκλικής κίνησης και προσπαθεί να εξηγήσει στερεομετρικά την περιστροφή ενός κώνου γύρω από την ακίνητη κορυφή του.

7.1 *ἔστω γὰρ κύκλος, οὗ κέντρον το Δ...* / ας θεωρήσουμε έναν κύκλο με κέντρο Δ...
8.1 *ἐὰν κῶνος κυλίηται, ἡ βάσις αὐτοῦ γράψει κύκλον, ἡ δὲ κορυφὴ αὐτοῦ μένει ἀκίνητος...* / όταν ένας κώνος κυλά, η βάση του διαγράφει κύκλο, ενώ η κορυφή του μένει ακίνητη...

14. Αναφορές στο πείραμα και την πράξη

Πλάι στις θεωρητικές αναζητήσεις του, ο Ήρωνας καταφεύγει συχνά στην πείρα, την εμπειρία και το πείραμα, αναφέρεται στους πεπειραμένους και αφήνει την πράξη να απαντήσει σε όσα αδυνατεί η θεωρία. Το αλεξανδρινό τεχνικό πνεύμα συνδυάζει τη θεωρητική και την εμπειρική αντιμετώπιση των πρακτικών προβλημάτων.

11.6 *ἐξ αὐτῆς τῆς πείρας* / από την ίδια την πράξη, με την πείρα, με το πείραμα (επιλέγουμε το μήκος των σχοινιών για την ελικοειδή κίνηση του κινητού αυτομάτου)
5.1 και 20.1 *οἱ πεπειραμένοι* / όσοι έχουν αποκτήσει πείρα, έχουν πειραματιστεί, έχουν δοκιμάσει (μεθόδους κατασκευής των αυτομάτων)
25.5 *τὸ πρᾶγμα δείξει* / θα το δείξει η πράξη, θα φανεί από τα πράγματα (σε πόση απόσταση από τη σκηνή θα στερεωθούν τα σκηνικά)

Παράρτημα 3

Χειρόγραφα, εκδόσεις της Αυτοματοποιητικής και Βιβλιογραφία

1. Τα χειρόγραφα της Αυτοματοποιητικής
2. Οι πρώτες εκδόσεις της Αυτοματοποιητικής
3. Σχετική με τα αρχαία αυτόματα βιβλιογραφία

1. Τα χειρόγραφα της Αυτοματοποιητικής

Τα ελληνικά χειρόγραφα της Αυτοματοποιητικής φέρουν δύο τίτλους: Τα μεν «Περὶ *Αὐτοματοποιητικῶν*», που περιλαμβάνουν τα Οργανοποιικά, τα Βελοποιικά, τα Πνευματικά, την Αυτοματοποιητική κ.ά., και τα δε «Περὶ *Αὐτοματοποιητικῆς*», που περιέχουν αποκλειστικά την τέχνη της κατασκευής των αυτόματων θεάτρων. Πρόκειται συνολικά για 30 τουλάχιστον χειρόγραφα, από τα οποία σημειώνουμε επιλεκτικά τα παρακάτω:

1. A-Marcianus 516 s. XIII (~1300)
2. Argentoratensis CIII 6, s. XVI
3. Ambrosianus C266 inf. s. XVI
4. Baroccianus 169, s. XV
5. Riccardianus 47, s. XVI
6. G-Gudianus 19, s. XVI
7. Parisinus 2520, s. XVI
8. Leidensis, Nr.4, s. XVI (1578)
9. Magliabechianus II, III 36, s. XVI
10. T-Taurinensis B, V, 20 (1541)
11. Berolinensis 144, s. XVI (1541)
12. Monacensis gr. 431, s. XVI

2. Οι πρώτες εκδόσεις της Αυτοματοποιητικής

1. Πρώτη ιταλική έκδοση, που περιείχε μόνο την ιταλική μετάφραση και ανακατασκευασμένα σχέδια:
   Bernandino Baldi, Di Herone Alessandrino degli Automati overo machine se moventi, Venetia, 1589.

Το ελληνικό κείμενο περιέχεται στις παρακάτω γαλλικές εκδόσεις και συνοδεύεται με τις αντίστοιχες γαλλικές μεταφράσεις:

2. Veterum Mathematicorum opera, Parisi, 1693.
3. V. Prou, Les Théâtres d'automates en Grèce au IIe siècle avant l'ère chrétienne d'après les *Αὐτοματοποιικὰ* d'Héron d'Alexandrie, 1884.

Το ελληνικό κείμενο με γερμανική μετάφραση και νέα σχέδια υπάρχει, τέλος, στη γερμανική έκδοση:

4. Wilhelm Schmidt, Herons von Alexandria, Druckwerke und Automatentheater, Teubner, Leipzig, 1899.

3. Σχετική με τα αρχαία αυτόματα βιβλιογραφία

1. W. Scmidt, Heron Alexandrinus, opera I-V, Bibliotheca scriptorum graecorum et romanum Teubneriana, Teubner, Leipzig 1899, επανέκδοση: Stuttgart, 1976.
2. Carra de Vaux, Le livre des appareils pneumatiques et des machines hydrauliques par Philon de Bysance, Paris, 1902.
3. R.S. Brumbaugh, Ancient greek gadgets and mashines, T.Y. Crowell comp. 1834, επανέκδοση: New York, 1966.
4. A. Chapuis, E. Droz, Les Automates, Histoire et tecnique, Neuchâtel, 1949.
5. E. Maingot, Les Automates, Paris, 1959.
6. Vittorio Somenzi, La filosofia degli Automi, Torino 1965.
7. H. Diels, Antike Technik, Sieben Vorträge 1920-24, Otto Zeller, Osnabrück, 1965.
8. H. Diels & E. Schram, Herons Belopoiika, Königliche Akademie der Wissenschaften, Berlin, 1918.
9. A.G. Drachmann, Ktesibios, Philon and Heron, A study in ancient pneumatics, Acta historica scientiarum naturalium et medicinalium, Copenhagen, 1948.
10. A.G. Drachmann, The mechanical technology of greek and roman antiquity, Copenhagen, 1963.
11. Derec de Solla Price, Gears from the Greeks, The Antikythera mechanism, a calendar computer from ca. 80 B.C., N. York, 1975.
12. Otto Mayr, Zur Frühgeschichte der Technischen Regelungen, Oldenburg, München, 1969, επανέκδοση: The Origins of feedback control, MIT, Massachusetts, 1970.
13. M. Kanzberg - C.W. Purcell, Technology in western civilization I, Oxford, 1967.
14. Ders, Grosse griechische Erfinder, Zürich, 1967.
15. B. Gille, Les mécaniciens grecs, Paris, 1980.
16. Paolo Portoghesi, Infanzia delle machine, Introduzione alla tecnica curiosa, Editori Laterza, Milano, 1981.
17. D. Hill, A history of engineering in classical and medieval times, London, 1984.
18. Helmuth Schneider, Das griechische Technikverständnis, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1989.
19. Helmuth Schneider, Einführung in die antike Technikgeschichte, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1992.

ΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΑ ΘΕΑΤΡΑ ΤΟΥ ΗΡΩΝΑ

9-11 minutes

**Μιλάει στην "Ελεύθερη Έρευνα" ο καθηγητής Τεχνικών Επιστημών στον Αυτόματο Έλεγχο
και της Ιστορίας της Αρχαίας Ελληνικής Τεχνολογίας, δρ. Δημ. Καλλιγερόπουλος**

Ο Ήρων ο Αλεξανδρινός (α΄ αι. π.Χ.) συνόψισε στα έργα του «Πνευματικά» και «Αυτοματοποιητική» τη μέχρι τότε γνωστή, καθώς και τη νέα τεχνολογία των αυτομάτων, πνευματικών, υδραυλικών και μηχανικών αυτοκίνητων μηχανών και θεάτρων.

Ο κ. Δημήτριος Καλλιγερόπουλος, ηλεκτρολόγος - μηχανολόγος του Ε.Μ.Π., δρ Τεχνικών Επιστημών στον Αυτόματο Έλεγχο και καθηγητής των Τ.Ε.Ι. Πειραιά, όπου διδάσκει και την Ιστορία της αρχαίας Ελληνικής Τεχνολογίας, μετέφρασε στα ελληνικά την **«Αυτοματοποιητική»**, στην οποία περιγράφονται αυτόματα θέατρα, αυτοκίνητες μηχανές ικανές να παρουσιάζουν παραστάσεις και να προκαλούν θαυμασμό και ικανοποίηση στους θεατές. Ο κ. Καλλιγερόπουλος μας μίλησε για τα θέματα αυτά, στα οποία έχει αφιερώσει πολύ μόχθο και πολύ χρόνο.

- Κύριε Καλλιγερόπουλε, τί είναι το σταθερό αυτόματο θέατρο του Ήρωνα του Αλεξανδρινού;

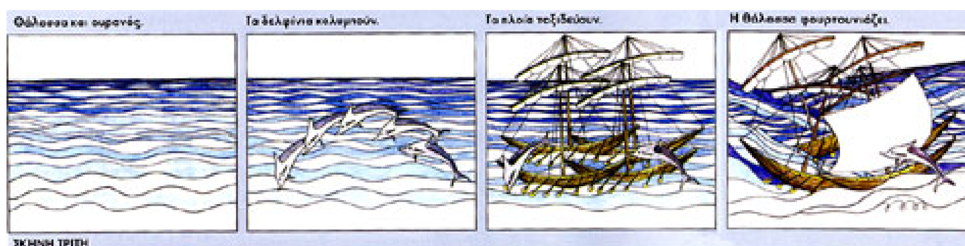
- Τόσο το σταθερό, όσο και ιδιαίτερα, το κινητό αυτόματο θέατρο είναι αναμφισβήτητα εξαιρετικά σημαντικές επινοήσεις. Εντάσσονται όμως, στο σύνολο των αυτομάτων, που περιγράφει ο Ήρων ο Αλεξανδρινός (περί το 100 π.Χ.) στα έργα του **«Αυτοματοποιητική»** και **«Πνευματικά»**. Και είναι επινοήσεις παλαιότερες του Ήρωνα. Στηρίζονται σε έργα του Φίλωνα (200 π.Χ.) και του Κτησίβιου (300 π.Χ.), που υπήρξαν οι μεγάλοι θεμελιωτές της Αλεξανδρινής Σχολής Μηχανικών και υλοποίησαν τα όνειρα των ομηρικών αυτομάτων.



Ο δρ Τεχνικών Επιστημών στον Αυτόματο Έλεγχο κ. Δημ. Καλλιγερόπουλος.

- Μοναδική μετάφραση του βιβλίου του Ήρωνα «Αυτοματοποιητική», είναι η δική σας;

- Νομίζω, πως θα εκπλαγείτε, αν σας πω, πως δεν υπάρχει ούτε καν αγγλική μετάφραση της «Αυτοματοποιητικής» και των «Πνευματικών» του Ήρωνα. Έστειλα μάλιστα πριν από καιρό μία (από ξένο καθηγητή) μετάφραση στο Μουσείο Επιστημών του Λονδίνου και απάντηση δεν είχα. Δυστυχώς στα Ελληνικά δεν υπάρχει ούτε το αρχαίο ελληνικό κείμενο, ούτε η νεοελληνική μετάφραση εκτός από αυτήν, που εγώ ο ίδιος επιμελήθηκα και εξέδωσα το 1996.



- Ο Ήρων ήταν ο πρώτος, που εμφάνισε σκηνικά «εφφέ», όπως κινούμενα πλοία σε διάταξη στόλου, καταιγίδες, φωτιές και καταστροφές;

- Όχι. Ο Ήρων συνόψισε στα έργα του την πείρα των παλαιότερων, των «*αρχαίων*», όπως λέει. Τα έργα του, πιθανότατα εκπαιδευτικά βοηθήματα στο Μουσείο της Αλεξάνδρειας, διαδόθηκαν πλατιά και αργότερα μεταφράστηκαν στα Αραβικά και σε άλλες γλώσσες. Γι' αυτό και σώθηκαν. Τέτοια αυτόματα θέατρα, με εξ ίσου σύνθετα η απλούστερα εφφέ όπως π.χ. το ανοιγοκλείσιμο των ματιών έχουμε από την αρχή των Ελληνιστικών Χρόνων, ιδιαίτερα από τον Φίλωνα, ίσως και παλαιότερα. Ο Ήρων όμως, όπως ο ίδιος αναφέρει, επέλεξε στο έργο του το πιο εντυπωσιακό, το πιο πλούσιο σε εικόνες παράδειγμα.

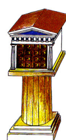
Στον πρόλογο του βιβλίου μου «Η Αυτοματοποιητική του Ήρωνα του Αλεξανδρινού» γράφω, ότι «*τα αυτόματα θέατρα του Ήρωνα είναι ένα έργο Τέχνης και συνάμα μια υψηλή μορφή Τεχνολογίας. Με την Αυτοματοποιητική, ένα εξαιρετικά σύνθετο δημιούργημα της ελληνιστικής Τεχνολογίας, που, σε ο,τι αφορά στον προγραμματισμό, δεν διαφέρει σε τίποτε από ένα σύγχρονο λογικά προγραμματιζόμενο ρομπότ, γίνεται θέατρο, γλυπτική, ζωγραφική, ποίηση, τέχνη. Παρουσιάζεται σε παραστάσεις, γίνεται δημόσιο θέαμα, με αποκλειστικό στόχο το θαυμασμό, "το έκπληκτο της θεωρίας". Η καινοτομία, που εισάγεται, δεν είναι μόνον τεχνολογική. Είναι μία καινοτομία στην Τέχνη. Είναι μία αυλαία, που ανοίγει στην νέα τέχνη του θεάματος. Εκεί που τη χαρά δεν την έχει μόνον ο θεατής, αλλά και ο δημιουργός, που μπόρεσε να πλάσει τον τεχνητό του κόσμο, έτσι "ως αν επί της αληθείας γίνοιτο", σαν να γινόντουσαν όλα στην πραγματικότητα*».



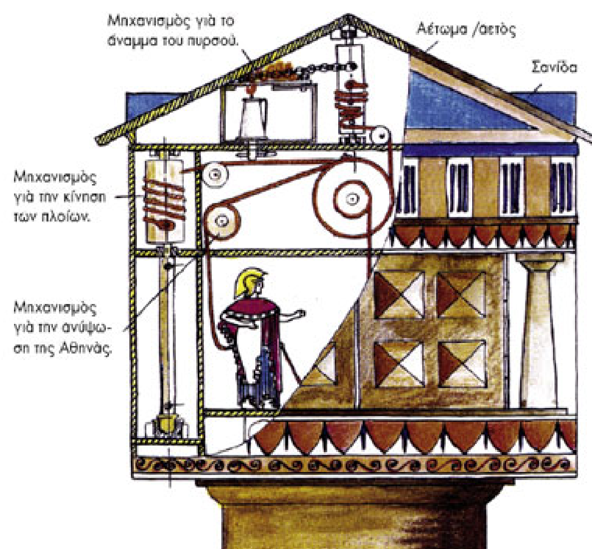
Πρόκειται για ένα θέατρο, που παρουσιαζόταν σε δημόσιες παραστάσεις. Ιδιαίτερα το σταθερό αυτόματο είχε διαστάσεις, που του επέτρεπαν και την ιδιωτική χρήση. Ήταν δηλαδή μία μορφή εκ του σύνεγγυς τηλεόρασης. Η σημασία της εικόνας όμως ήταν διαδεδομένη στην Αρχαιότητα. Μην ξεχνάμε το θέατρο και τα σκηνικά του, τις μεγάλες περιγραφικές ανάγλυφες παραστάσεις των μνημείων, τις αγγειογραφίες, την γεωμετρία και τα εμπλουτισμένα με σχέδια κείμενα των αρχαίων μηχανικών και μαθηματικών από τον Αρχιμήδη μέχρι τον Ήρωνα.

" Πρόκειται για ένα θέατρο, που παρουσιαζόταν σε δημόσιες παραστάσεις. Το σταθερό αυτόματο είχε διαστάσεις, που του επέτρεπαν και την ιδιωτική χρήση."

- Ποιό ήταν το επίπεδο κατασκευής και λειτουργίας αυτού του θεάτρου;



- Όσοι έχουν επιχειρήσει να ανακατασκευάσουν τα αρχαία Ελληνικά όργανα και κυρίως τα αρχαία Ελληνικά αυτόματα βρίσκονται πάντοτε αντιμέτωποι με το βασανιστικό αυτό ερώτημα: «*Μα πως είναι δυνατόν να είχαν τότε τέτοια ακρίβεια και τέτοια τελειότητα στην κατασκευή;*»



Εσωτερική διάταξη μηχανισμών του αυτομάτου θεάτρου του Ήρωνα.

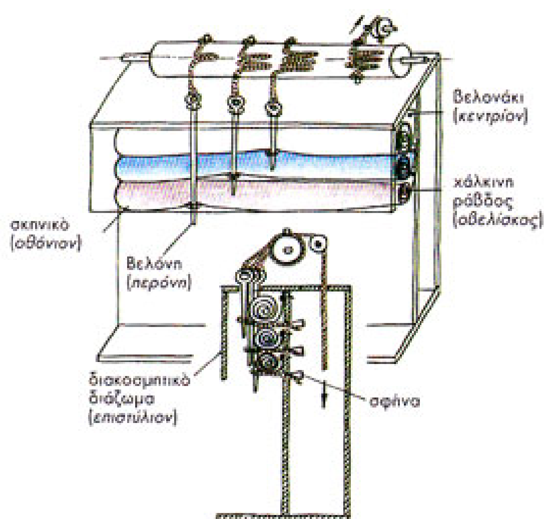
Από κατασκευαστική άποψη οι μηχανικοί των αρχαίων αυτόματων θεάτρων είχαν να αντιμετωπίσουν:

- **Το πρόβλημα της τριβής.** Έπρεπε δηλαδή οι μηχανισμοί να λειτουργούν με την ελάχιστη δυνατή τριβή, πράγμα που και σήμερα δύσκολα επιτυγχάνεται.

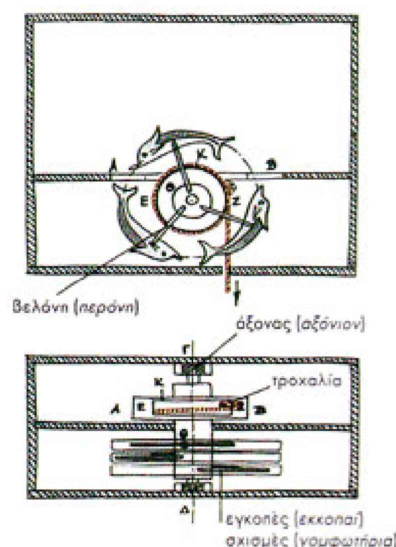
- **Το πρόβλημα του χρόνου.** Έπρεπε η παράσταση των τεχνητών αυτών θεάτρων να διαρκεί όσο το δυνατόν περισσότερο, πράγμα εξ ίσου δύσκολο.

- **Το πρόβλημα του προγραμματισμού.** Έπρεπε όλες οι κινήσεις να προγραμματιστούν με περιελίξεις νημάτων στους περιστρεφόμενους άξονες, και να εξασφαλιστεί ταυτόχρονα ο συγχρονισμός των κινήσεων.

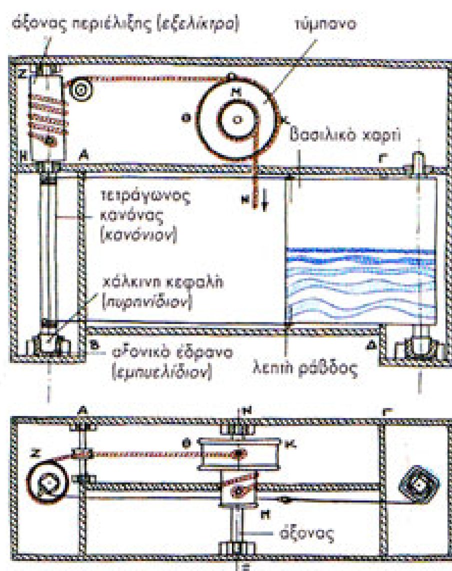
- **Το πρόβλημα του χώρου.** Έπρεπε σε ένα μικρό σχετικά χώρο (συνειδητά μικρό κατά τον Ήρωνα, ώστε να μην δημιουργείται η υπόνοια, ότι κάποιος από μέσα κινεί τα νήματα), να στηθεί μηχανισμός ικανός να ανεβάσει με τεχνητά μέσα μία ολόκληρη θεατρική παράσταση πέντε πράξεων.



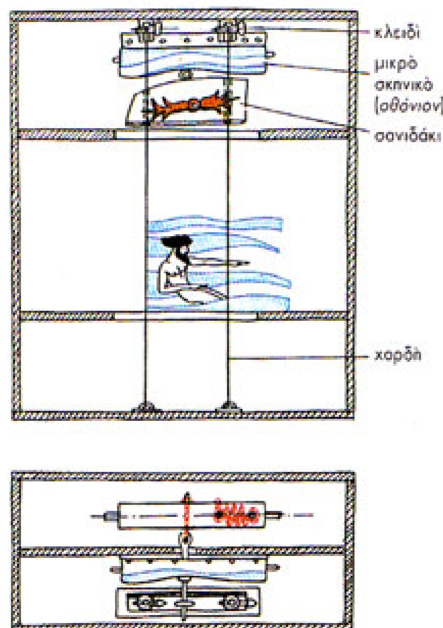
Ο μηχανισμός αλλαγής των σκηνικών.



Ο μηχανισμός γιά την κίνηση των δελφινιών.



Ο μηχανισμός για τον παράπλου των πλοίων.



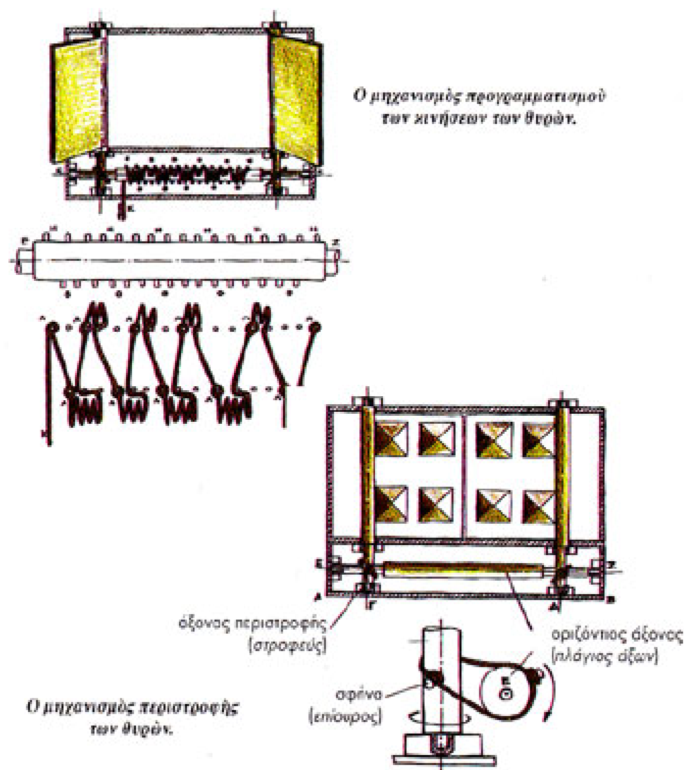
Ο μηχανισμός για την πτώση του κεραυνού και την κάλυψη του ειδώλου του Αίαντα.

- Σήμερα έχει ανακατασκευασθεί αυτό το θέατρο κατ' όψη και καθ' ύλη;

Η νεοελληνική μετάφραση του αρχαίου κειμένου, καθώς και η σχεδιαστική ανάπλαση με κάθε δυνατή λεπτομέρεια των μηχανισμών, που περιέχουν τα αρχαία αυτόματα θέατρα του Ήρωνα, αποτελούν αρχικά μία «κατ' όψη» ανακατασκευή.

Το δε **κινητό αυτόματο θέατρο του Ήρωνα** ανακατασκευάστηκε από εμένα για πρώτη φορά το 1997, παρουσιάστηκε στην Έκθεση Αρχαίας Ελληνικής Τεχνολογίας στην Ρωμαϊκή αγορά της Θεσσαλονίκης και βρίσκεται σήμερα στο Κέντρο Διάδοσης Επιστημών (πρώην Τεχνικό Μουσείο) της Θεσσαλονίκης. Ανακατασκευάστηκε πάλι το έτος 2002 και παρουσιάστηκε στην Έκθεση Αρχαίας Ελληνικής Τεχνολογίας στην Τεχνόπολη των Αθηνών.

Τώρα, όσον αφορά στο **σταθερό αυτόματο θέατρο του Ήρωνα**, ανακατασκευάστηκε από τον καθηγητή του Σχολείου Δεύτερης Ευκαιρίας Πύργου Ηλείας, κ. Κ. Κοτσανά, και παρουσιάστηκε στο Β΄ Συνέδριο της Εταιρείας Μελέτης Αρχαίας Ελληνικής Τεχνολογίας στο Πολεμικό Μουσείο Αθηνών το έτος 2005.



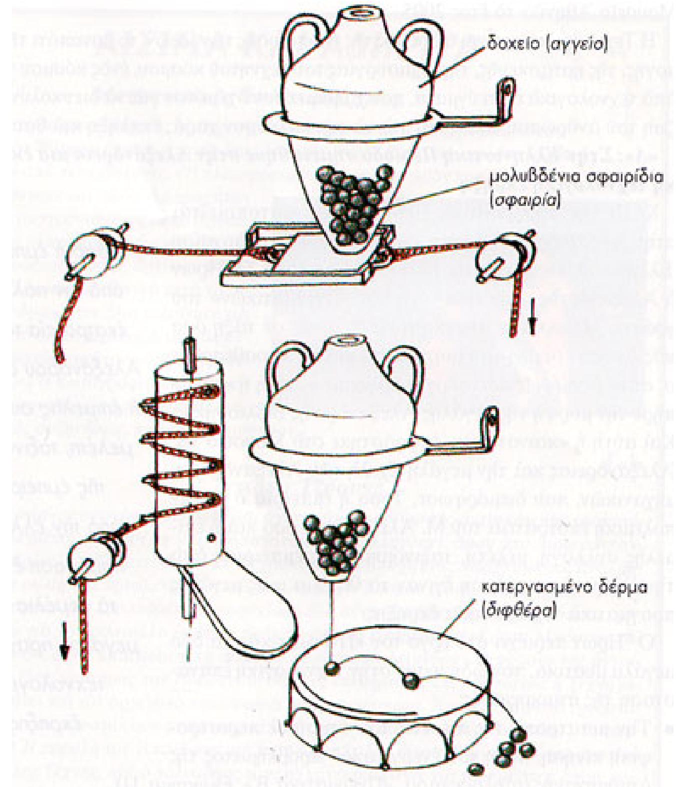
Η Τεχνική Σκέψη είναι ο δρόμος της υλοποίησης των ιδεών, το μονοπάτι της εφαρμογής, της κατασκευής, της δημιουργίας του τεχνητού κόσμου, ενός κόσμου γεμάτου από τεχνολογικά επιτεύγματα, που χρησιμεύουν όχι μόνον για να διευκολύνουν την ζωή του ανθρώπου, αλλά και για να προκαλέσουν χαρά, έκπληξη και θαυμασμό.

“ Τόσο η εμπειρία από την εκστρατεία του Μ. Αλεξάνδρου, όσο και η επιμελής συλλογή, μελέτη, ταξινόμηση της εμπειρίας από την ελληνική παράδοση έγιναν τα θεμέλια μιας μεγάλης τεχνολογικής έκρηξης.”

- Στην ελληνιστική περίοδο σημειώθηκε στην Αλεξάνδρεια μια εκπληκτική τεχνολογική έκρηξη.

- Κατά την ελληνιστική περίοδο πραγματοποιείται στην Αλεξάνδρεια η πρώτη «Αναγέννηση» του αρχαίου ελληνικού πνεύματος της Κλασικής Περιόδου. Ο Ήρων ο Αλεξανδρινός στην εισαγωγή των «Πνευματικών» του γράφει: «*Θεωρούμε αναγκαίο να βάλουμε σε τάξη όσα μας άφησαν οι αρχαίοι (μηχανικοί) και να προσθέσουμε σ’ αυτά όσα εμείς καινούργια βρήκαμε.*» Αυτή η ***«τάξη»*** πήρε την μορφή της μεγάλης Αλεξανδρινής Βιβλιοθήκης. Και αυτή η «καινοτομία» εκφράστηκε στο Μουσείο της Αλεξάνδρειας και την μεγάλη Σχολή των Αλεξανδρινών μηχανικών, που διεμόρφωσε. Τόσο η εμπειρία από την πολεμική εκστρατεία του Μ. Αλεξάνδρου, όσο και η επιμελής συλλογή, μελέτη, ταξινόμηση της εμπειρίας από την ελληνική παράδοση έγιναν τα θεμέλια μιας μεγάλης πραγματικά τεχνολογικής έκρηξης.

Αυτόματοι μηχανισμοί, που παράγουν τον ήχο της βροντής.



Ο Ήρων περιέχει στο έργο του «Πνευματικά» τα δύο μεγάλα μυστικά, που οδήγησαν στην **τεχνολογική επανάσταση της ατμομηχανής**:

• Την μετατροπή τής πίεσης του ατμού σε περιστροφική κίνηση, λύση του ενεργειακού προβλήματος της ατμομηχανής. (Αιολόσφαιρα, «Πνευματικά Β΄», Θεώρημα 11).

• Τον αυτόματο έλεγχο συστημάτων με ανάδραση, λύση του προβλήματος ελέγχου των στροφών της ατμομηχανής (έλεγχος στάθμης υγρού με μηχανική βαλβίδα, «Πνευματικά Β΄», Θεώρημα 31 με βάση παλαιότερες επινοήσεις του Φίλωνα και του Κτησίβιου). (Α. Ρέτουλα).



Κατεβάστε από την Ενότητα Κατεβάστε βιβλία δωρεάν την Αυτοματοποιητική του Ήρωνα του Αλεξανδρινού.

- *Αρχαίο ελληνικό κείμενο και νεοελληνική απόδοση.*
- *Εισαγωγή για την ιστορία των αυτομάτων και το έργο του Ήρωνα.*
- *Επεξηγηματικά σχόλια του Δρ. Καλλιγερόπουλου Δημήτριου.*
- *Λεξικό τεχνικών όρων.*
- *71 έγχρωμα πρωτότυπα σχέδια, 222 σελίδες.*

Τεχνολογία των Αυτομάτων μέσα από την Αρχαία Ελληνική Μυθολογία

Ρέθεμνος Newsroom : 20-25 minutes : 9/24/2010

Του Ηλία Λουλούδη

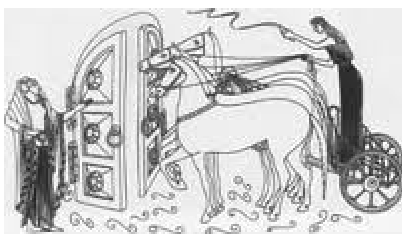
Αυτοματισμός και Αυτόματα

Ο Αυτοματισμός είναι ένα από τα πιο ιστορικά πεδία της επιστήμης, διότι η ανάπτυξή του συνοδεύει την εξέλιξη όλων των άλλων τεχνολογιών.

Ο μεγάλος Αλεξανδρινός μηχανικός, ο Φίλων ο Βυζάντιος, κατατάσσει την Αυτοματοποιητική, στο τέλος του περίφημου έργου του «Μηχανική Σύνταξις», ως κατάληξη όλων των άλλων κλάδων της Μηχανικής.

Η γνώση του Αυτοματισμού, επομένως, αποτελεί γνώση της τεχνολογικής ιστορίας. Στην περίπτωση του Αυτοματισμού, μάλιστα, η ιστορία αυτή είναι ιδιαίτερα πλούσια μιας και οι Αρχαίοι Έλληνες επέδειξαν ιδιαίτερη εφευρετικότητα και ανέπτυξαν πολλές και σημαντικές λύσεις αυτοματισμού, που χρησιμοποιούμε μέχρι και σήμερα. Χάρη στην καθολική και γενικευμένη διάδοση των εφαρμογών του, ο Αυτοματισμός αποκτά ένα σημαντικό ρόλο στη ζωή μας καθημερινά.

Τα αυτόματα μέσα στην ιστορία της αρχαίας ελληνικής τεχνολογίας αποτελούν σίγουρα ένα ιδιαίτερο, ξεχωριστό, ειδικό και ταυτόχρονα εντυπωσιακό και ενδιαφέρον στοιχείο , με το οποίο θα ασχοληθούμε παρακάτω , και συγκεκριμένα με την τεχνολογία των αυτομάτων μέσα από την μυθολογία.



Οι αυτόματες πύλες του Ουρανού (Καλλιγερόπουλος)

Τεχνολογία στην Αρχαιότητα

Έχει προ πολλού αποδειχθεί στη διεθνή ιστοριογραφία ότι οι αρχαίοι Έλληνες χρησιμοποίησαν, καλλιέργησαν και ανέπτυξαν την τεχνολογία συστηματικότατα σ’ όλη τη

διάρκεια των 2.000 ετών, την οποία συνήθως ονομάζουμε Αρχαιότητα. Έτσι, η παλαιότερη αντίληψη πως τάχα πέρασε στο σεντούκι της ιστορίας. Κάποτε βέβαια κυριάρχησε μια τέτοια αντίληψη και μάλιστα τόσο πλατιά, που τα σχολικά μας βιβλία συνεχίζουν να την αγνοούν επιδεικτικότατα την Αρχαία Ελληνική Τεχνολογία.

Οι Έλληνες δεν περιορίζονταν στην κατασκευή χρηστικών αντικειμένων και εργαλείων μόνον, αλλά οραματίζονταν την επέκταση του σχεδιασμού των τεχνημάτων αυτών, ώστε να γίνουν αυτόματα και ρομπότ.

Νομίζω, λοιπόν ,πως έχουμε το δικαίωμα να συμπεράνουμε ότι, ήδη από τις απαρχές του, ένας λαός με τέτοιες μυθοθρησκευτικές πεποιθήσεις, διέθετε μια τεχνολογία αναπτυγμένη και το κυριότερο μιαν υψηλή αξιακή αντίληψη για την τεχνολογία.

Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώνεται από τα σπουδαία τεχνολογικά επιτεύγματα που ακολούθησαν και τα οποία συνοπτικά είναι:

- μυκηναϊκές αποξηράνσεις λιμνών και υδατοφράγματα μεγάλα

- ποικίλα μεταγενέστερα αρδευτικά έργα

- συστηματικές υδρεύσεις των πόλεων

- επινόηση γερανών και αντλιών

- οδοποιία και γεφυροποιία.

- τεχνικοεπιστημονικές βελτιώσεις στη μεταλλουργία του αργύρου, τις οποίες πέτυχαν οι Αθηναίοι στο Λαύριο μηχανοποίηση στην ανύψωση φορτίων, ελικοειδή πλυντήρια, μαζική εκκαμίνευση

- πλήθος μετρητικών οργάνων ακριβείας,μέτρηση χρόνου (ακριβή υδραυλικά ωροσκόπια),μέτρηση αποστάσεων (οδόμετρον), τοπογραφικά όργανα (χωροβάτης, διόπτρα), αστρονομικά όργανα (αστρολάβοι, αναλογικός υπολογιστής τωνΑντικυθήρων κ.ά.)•

- μαθηματικοποίηση των ήχων από τους Πυθαγορείους, ώστε να διευκολυνθεί η κατασκευή έγχορδων μουσικών οργάνων

- και άλλα



Η θεά Θέτιδα στο εργαστήρι του Ήφαιστου παραλαμβάνει τα καινούρια όπλα του γιου της Αχιλλέα (παράσταση σε ερυθρόμορφη κύλικα, περ. 480 π.Χ., Μουσείο Βερολίνου).

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΟ

- 6ος αι. π.Χ. Ο Ευπαλίνος κατασκευάζει στη Σάμο έναν αγωγό μήκους πάνω από 2 χλμ., από τα οποία το ένα χλμ. μέσα σε σήραγγα, για την ύδρευση της πόλης. Την ίδια περίοδο εισάγονται οι κάμινοι αναγωγής στη μεταλλουργία και στην οικοδομική γενικεύεται η χρήση της πέτρας.

- Αρχές 5ου αι. π.Χ. Αρχίζει η εξόρυξη μολύβδου και ασημιού από τα μεταλλεία του Λαυρίου.

- Αρχές 4ου αι. π.Χ. Ο Αρχύτας ο Ταραντίνος εφευρίσκει τον κοχλία και την τροχαλία, χάρη στα οποία εισάγεται στην οικοδομική η χρήση των πρώτων ανυψωτικών μηχανών (τρίποδα, γερανοί, βαρούλκα, τροχαλίες). Παράλληλα ο Αρχύτας καινοτομεί στον τομέα της υδραυλικής. Λίγο αργότερα εμφανίζονται στην οικοδομική οι αψίδες και οι θόλοι ,που αρχικά εφαρμόζονται στην κατασκευή των δημόσιων κτιρίων. Τα βαρούλκα θα χρησιμεύσουν επίσης ευρύτατα στην ανύψωση των όγκων μεταλλεύματος στο Λαύριο.

- 308-246 π.Χ. Περίοδος ζωής του Κτησίβιου του Αλεξανδρινού. Επιδόθηκε σε πολλές τεχνικές ανακαλύψεις και εφευρέσεις, ενώ υπήρξε ο σημαντικότερος κατασκευαστής διάφορων τύπων κλεψύδρας.

- Αρχές 3ου αι. π.Χ. Ο αρχιτέκτονας Σώστρατος ο Κνίδιος κατασκευάζει το φάρο της Αλεξάνδρειας με ύψος 87 μ., του οποίου το φως έφτανε σε απόσταση μεγαλύτερη των 50 χλμ.

- 3ος αι. π.Χ. Το έργο του μηχανικού Φίλωνα του Βυζαντίου για την κατασκευή λιμανιών, φρουρίων και πολιορκητικών μηχανών συμβάλλει σημαντικά στην ενίσχυση της ναυτικής δύναμης των νησιών του Αιγαίου. Το τζάμι στα παράθυρα αντικαθιστά τις πλάκες, τα υφάσματα, τα δέρματα και τα ξύλινα πετάσματα.

o 287-212 π.Χ. Ο Αρχιμήδης διατυπώνει τη θεωρία της υδροστατικής άνωσης, ενώ συμβάλλει καθοριστικά στην άμυνα της πατρίδας του, των Συρακουσών, εναντίον των Ρωμαίων με τα κοίλα κάτοπτρα που «συλλέγουν» τις δέσμες του Ήλιου και καίνε τα πλοία των επιτιθεμένων.

o 100 π.Χ. περίπου .Ο Ήρων ο Αλεξανδρεύς, ο δημιουργός των αυτομάτων, θεμελιώνει τη θεωρία που θα τον οδηγήσει στον πρόδρομο της ατμομηχανής

Η προϊστορία των αυτομάτων

Αναμφισβήτητα τα αυτόματα αποτελούν την τεχνολογία αιχμής κάθε εποχής. Τα τρία μεγάλα άλματα που πραγματοποίησε η τεχνική σκέψη στην ιστορική της εξέλιξη αφορούν:

Πρώτον, την εφεύρεση των εργαλείων, των τεχνητών και άψυχων αντικειμένων, που επεκτείνουν τη δύναμη, τις ικανότητες και την εμβέλεια του ανθρώπου, όπως το ρόπαλο, το ακόντιο και το δρεπάνι.

Δεύτερον, την επινόηση των μηχανών, που αποτελούν συμπλέγματα επιμέρους μηχανισμών, ικανών να μεταδίδουν κίνηση ή να ενισχύουν φυσικά μεγέθη, και που λειτουργούν αξιοποιώντας μιαν εξωτερική ενέργεια, π.χ. την ενέργεια του ανθρώπου, ενός ζώου, του νερού ή του ανέμου, όπως το τόξο, η άμαξα και το πλοίο.

Τρίτον, τα αυτόματα, τις αυτοκίνητες εκείνες μηχανές που κινούνται με ενέργεια εσωτερική, πλησιάζοντας περισσότερο τη λειτουργία των ζωντανών όντων.

Τα αυτόματα όμως αυτά έχουν πανάρχαιες ρίζες.

Η Τεχνολογία των Αυτομάτων και ο Αρχαίος Ελληνικός μύθος

Κάθε λαός στήνει τους θεούς του κατ’ εικόνα και ομοίωσιν , επομένως οι Έλληνες δεν θα αποτελούσαν εξαίρεση. Θα χρησιμοποιήσω λοιπόν τις αρχικές θρησκευτικές – μυθολογικές «προβολές» των Ελλήνων, για να αντιληφθούμε τη θέση που είχε η τεχνολογία στις πρώιμες εκείνες κοινωνίες.

Οι Έλληνες είχαν θεό μηχανικό τον Ήφαιστο. Άρα είχαν εξαιρετικά υψηλή αντίληψη για την τεχνολογία. Άλλωστε είναι γεγονός η αμφίδρομη σχέση θεού-ανθρώπου , αν λάβουμε υπόψη ότι ο Ήφαιστος πέφτει απ’ τον Όλυμπο και ζει εννέα χρόνια στη γη, δουλεύοντας μεταλλικά τεχνήματα (Ιλιάδα, Σ 400).

Παρακάτω θα αναφέρω μερικά επιλεγμένα αυτόματα που περιέχονται στον αρχαίο ελληνικό μύθο. Έργα τεχνολογίας, που ζευγαρώνουν δυο ανθρώπινες δημιουργίες :την ποίηση, το μύθο, τη φαντασία και το όνειρο από τη μια μεριά, την τεχνολογία, την τεχνική πρόθεση, επινόηση και πρόβλεψη από την άλλη.

Τα Αυτόματα της Ιλιάδας

Η Ιλιάδα είναι η ποιητική περιγραφή της πολεμικής σύγκρουσης μεταξύ του στρατού των Αχαιών και των υπερασπιστών της Τροίας. Είναι μια σύγκρουση που προσωποποιείται στην πάλη των δύο μεγάλων πολεμιστών ηρώων: του Αχιλλέα και του Έκτορα , και γίνεται κάτω από το βλέμμα και την παρότρυνση των θεών. Οι τεχνολογικές αναφορές είναι συνεπώς πολεμικές, ηρωικές, θεϊκές.

Αυτόματες πύλες του ουρανού

Όταν η Ήρα αποφάσισε να πάρει μέρος στον πόλεμο στο πλευρό των Ελλήνων , έτρεξε και ετοίμασε το θεϊκό της άρμα, έζεψε τα γρήγορα άλογά της, χτύπησε το μαστίγιο και τότε *«αυτόματα (από μόνες τους) άνοιξαν τρίζοντας οι πύλες του ουρανού, που τις κρατούσαν οι Ώρες. Γιατί αυτές είχαν το χρέος ν' ανοίγουν και να σκεπάζουν με σύννεφο πυκνό τον μέγα ουρανό και τον Όλυμπο»* (Ε749).

Η φανταστική αυτή ποιητική εικόνα των αυτόματων πυλών τον ουρανού, που με το χτύπημα του μαστίγιου της Ήρας ανοίγουν από μόνες τους, εισάγει την έννοια της αυτόματης κίνησης, εκφράζει ίσως μια ασαφή τεχνική πρόθεση, ένα φανταστικό τεχνικό όραμα και ανοίγει το δρόμο για λεπτομερέστερες περιγραφές αυτόματων μηχανών, που αποδίδονται στον μεγάλο μάστορα του Ολύμπου, τον Ήφαιστο.



Αυτόματοι τρίποδες

Στη Ραψωδία Σ της Ιλιάδας, ο Όμηρος μπαίνει στο εργαστήρι του ξακουστού για την τέχνη του Ηφαίστου, περιγράφοντας το θεό την ώρα της δουλειάς του περιστοιχισμένο από τα εργαλεία, τις μηχανές και τα έργα του. Και εκεί στα άδυτα της μυθικής τεχνολογίας ο ποιητής περιγράφει με τη φαντασία του έργα θαυμαστά, θαυματουργά, θαύμα να τα βλέπεις. Θαύμα τόσο με την έννοια του θαυμασμού που προκαλεί η τελειότητα της κατασκευής τους, όσο και με την έννοια του υπερφυσικού, του απραγματοποίητου, της ακατόρθωτης τεχνικής επιθυμίας, που η ολοκλήρωσή της αποδίδεται στους Θεούς.

Περιγράφει, λοιπόν, ο Όμηρος τη Θέτιδα, μητέρα του Αχιλλέα, να εισέρχεται στο εργαστήρι του φημισμένου οπλουργού για να του ζητήσει να φτιάξει όπλα για το γιο της, ο οποίος αποφάσισε να συμμετάσχει στον πόλεμο των Αχαιών. Σαν φτάνει η Θέτιδα στον Όλυμπο, βρίσκει τον Ήφαιστο.

Οι τρίποδες είναι πολύτιμα σκεύη, σταθερά ή κινητά, με ρόδες από κάτω, που χρησίμευαν είτε για την προσφορά οίνου ή νερού στους φιλοξενούμενους είτε ακόμη σαν τελετουργικά σκεύη στις θυσίες και στις Θρησκευτικές τελετές.

Τέτοιους κινητούς τρίποδες έφτιαχνε ο Ήφαιστος, προσαρμόζοντας ρόδες στη βάση τους. Κι ήταν η ανάγκη προφανής τα σκεύη αυτά να μπορούν να κινούνται. Από μόνα τους όμως; Αυτό που ο Ήρων ο Αλεξανδρινός κατασκευάζει και περιγράφει με λεπτομέρειες μερικούς αιώνες αργότερα στα κινητά του αυτόματα ο Όμηρος, το νιώθει σαν ανάγκη, το προβλέπει και φαντάζεται ότι είναι δυνατόν να γίνει, το παρουσιάζει και το αποδίδει στο μεγάλο μάστορα.

Αυτορυθμιζόμενα φυσερά

Λίγο πιο κάτω, στην ίδια Ραψωδία, ο ποιητής περιγράφει τον ‘Ηφαιστο να δουλεύει με τα φυσερά του.

Αυτή είναι η περιγραφή του Θεϊκού χυτηρίου, όπου ο χαλκιάς δουλεύει στη φωτιά χαλκό και κασσίτερο, χρυσό και ασήμι, μέταλλα δηλαδή με υψηλό σημείο τήξης. Χρειάζεται γι’ αυτό είκοσι συνολικά φυσερά, για να ανεβάσει τη θερμοκρασία στο καμίνι, να πυρώσει και να λιώσει τα μέταλλα.. Ο Ήφαιστος βρίσκεται μόνος του στο εργαστήρι του, χωρίς βοηθούς, και αρκεί να προστάξει είκοσι μαζί φυσερά για να αρχίσουν να δουλεύουν. Κι όχι μόνο αυτό. Αλλά τα φυσερά αυτορυθμίζονται και αυξομειώνουν την ταχύτητα λειτουργίας τους ανάλογα με τις ανάγκες της δουλειάς. Σύλληψη μεγαλοφυής -Τεχνικό όραμα –Εργαστήρι θεϊκό , που ξεχώριζε από το κοινό εργαστήρι , χάρη στην τεχνολογία, την εφευρετικότητα ,την πρωτοτυπία.

Χρυσές θεραπαίνιδες

Και ο Ήφαιστος δεν σταματά εκεί. Πρέπει να φτιάξει μηχανές όμοιες με ζωντανά όντα.

«Είπε κι από τη θέση του αμονιού σηκώθηκε ο πελώριος όγκος αγκομαχώντας και κουτσαίνοντας. Και κάτω κινούνταν γρήγορα οι αδύναμες κνήμες του. Βάζει μακριά από τη φωτιά τα φυσερά του και όλα τα σύνεργα της δουλειάς του τα συνάζει σε ένα κιβώτιο από άργυρο φτιαγμένο και με σφουγγάρι εσφόγγισε από τα δυο μέρη το πρόσωπο και τα δυο του χέρια και το γερό του λαιμό και τα δασύτριχα του στήθη. Και φόρεσε χιτώνα πάνω του, πήρε και σκήπτρο χοντρό και βγήκε κουτσαίνοντας από την πόρτα. Από το πλάι τον κράταγαν χρυσές θεραπαινίδες, γυναίκες χρυσές, σκλάβες από χρυσό που έμοιαζαν με ζωντανές κοπέλες. Μέσα τους είχαν λογικό, είχαν φωνή και δύναμη και τους αθάνατους θεούς έμαθαν κάθε τέχνη. Αυτές πλάι στον αφέντη τους βάδιζαν γοργά και τον υποβάσταζαν. Κι αυτός με κόπο πλησιάζοντας τη Θέτιδα πάνω σε θρόνο λαμπρό καθίζει» (Σ410-422).

Τα θαυμαστά επιτεύγματα του τεχνολόγου θεού ολοκληρώνονται με την κατασκευή δυο ανθρωπόμορφων μηχανών , δύο ρομπότ , που έχουν λογικό ,φωνή και δύναμη και είναι σε θέση να κουβαλάνε τον κουτσό Ήφαιστο στα χέρια. Η φαντασία του ποιητή δίνει ζωή στις μηχανές. Κι αν ο τεχνολόγος Θεός μπορεί να δώσει κίνηση σε μηχανές, μπορεί να φτιάξει αυτορυθμιζόμενα συστήματα, τότε γιατί να μην ολοκληρώσει το τεχνολογικό όραμα ο ποιητής, δημιουργώντας μηχανές όμοιες με ζωντανές κοπέλες, σαν όντα αληθινά.

Τα Αυτόματα της Οδύσσειας

Αν η Ιλιάδα είναι το έπος τον πολέμου, η Οδύσσεια είναι το έπος για την τέχνη της θάλασσας. Η Οδύσσεια είναι ένας ύμνος στην ευστροφία και την εφευρετικότητα τον πολυμήχανου Οδυσσέα. Και αν στην Ιλιάδα τα τεχνικά επιτεύγματα του ανθρώπου αποδίδονται στους Θεούς, στην Οδύσσεια θεωρούνται κυρίως σαν έργα ανθρώπινα, επώνυμων ή και συχνά ανωνύμων μαστόρων, ή σαν έργα μακρινών και ανεπτυγμένων πολιτισμών σαν αυτόν των Φαιάκων.

Το παλάτι και τα σκυλιά του Αλκίνοου

Ο Όμηρος περιγράφει με θαυμασμό τον πολιτισμό ενός μυθικού λαού, του λαού των Φαιάκων, που κατοικεί στη Σχερία, στην άκρη της γης, όπου οι άντρες κατέχουν άριστα τη θαλασσινή τέχνη και οι γυναίκες είναι φημισμένες για τα υφαντά τους. Τα έργα αυτού του λαού στη ναυπηγική, στην οδήγηση των πλοίων, στην αρχιτεκτονική, στη γεωπονία, στην άρδευση και ύδρευση των κήπων είναι μοναδικά. Η ομηρική περιγραφή ξεκινά με το παλάτι του βασιλιά των Φαιάκων Αλκίνοου και ξεπερνά τις περιγραφές στην Ιλιάδα για τα παλάτια των θεών.

Πρόκειται για ένα παλάτι με μπρούντζινα κατώφλια, μπρούντζινους τοίχους και χρυσές πόρτες με ασημένιους παραστάτες (η81-90). Ένα θαύμα αρχιτεκτονικής και μεταλλοτεχνίας. Αλλά όχι μόνο αυτό. Μπροστά στην πόρτα του παλατιού στέκονται δύο σκυλιά ρομπότ, από χρυσάφι και ασήμι, που άγρυπνα φυλάνε το αρχοντικό στου Αλκίνοου στους αιώνες.

«Από το ένα κι από το άλλο μέρος (της πόρτας) ήσαν χρυσοί κι ασημένιοι σκύλοι, που ο Ήφαιστος τους έφτιαξε με το πολύτεχνο μυαλό του. Κι ήταν αθάνατοι κι αγέραστοι στους αιώνες, για να φυλάνε του Αλκίνοου τα παλάτια» (η91-94).

Τα πλοία των Φαιάκων

Τα πλοία των Φαιάκων είναι αυτόματα. Ξέρουν από μόνα τους να ταξιδεύουν, να προσανατολίζονται, να κατευθύνονται στον προορισμό τους, χωρίς κυβερνήτες και χωρίς πηδάλιο. Ακολουθούν τη σωστή κατεύθυνση ακόμη και με συννεφιά ή τη νύχτα. Είναι ταχύτατα και ασφαλή, φτιαγμένα με τέτοιο τρόπο ,ώστε να μην παθαίνουν βλάβη και να μη βουλιάζουν. Την περιγραφή των εξαίσιων αυτών πλοίων την κάνει ο ίδιος ο βασιλιάς Αλκίνοος, όταν ζητά από τον Οδυσσέα να του πει τη χώρα του και τον προορισμό του.

«Πες μου για τη χώρα σου και το λαό σου και την πόλη σου για να σε πάνε εκεί τα πλοία μας τα κατασκευασμένα με σκέψη. Γιατί δεν υπάρχουν κυβερνήτες στα πλοία των Φαιάκων, ούτε πηδάλια σαν αυτά που έχουν τα άλλα καράβια. Παρά τα πλοία των Φαιάκων ξέρουν τις διαθέσεις και τις σκέψεις των ανθρώπων και γνωρίζουν τις πατρίδες όλων, και με εξαιρετική ταχύτητα διανύουν τις θαλασσινές αποστάσεις, ακόμη κι όταν έχει σκοτάδι και συννεφιά. Και ποτέ δεν υπάρχει φόβος να πάθουν καμιά βλάβη» (θ555-563)

Ο δούρειος ίππος

Το έπος της Οδύσσειας εκφράζει από μόνο του ένα θρίαμβο της τεχνολογίας. Η λύση του Τρωικού πολέμου καταχτιέται με ένα ξύλινο έργο τέχνης, έργο του τεχνίτη Επειού, γιγάντιο, κινητό, με μυστικές κρύπτες, έργο του νου, της ευστροφίας αλλά και της δεξιοτεχνίας, της τεχνικής, της εμπειρίας από την κατασκευή των ξύλινων πλοίων, των ξύλινων ικριωμάτων και των πολεμικών μηχανών ,το δούρειο ίππο.

Τον ίδιο τον κατασκευαστή του δούρειου ίππου, τον Επειό, η θεά Αθηνά τον ορίζει υπεύθυνο για την ολοκλήρωση του πελώριου σύνθετου αυτού τεχνικού έργου.

«Κι ύστερα (ο Οδυσσέας) επινόησε την κατασκευή του δούρειου ίππου και την ανάθεσε στον Επειό, που ήταν αρχιτέκτονας. Από την Ίδη αυτός ξύλα έκοψε και κατασκεύασε άλογο, κούφιο στο εσωτερικό του, με πόρτες στα πλευρά. Σ' αυτό ο Οδυσσέας έπεισε πενήντα απ' τους

καλύτερους άντρες του να μπουν, ή, όπως λέει ο συγγραφέας της μικρής Ιλιάδας τρεις χιλιάδες» (Απολλόδωρος Επιτομή Γ14)

Τα Αυτόματα στην Αργοναυτική Εκστρατεία

Η εκστρατεία του Ιάσονα και των Αργοναυτών από τη Θεσσαλική Ιωλκό στη μακρινή Κολχίδα, όπου βασίλευε ο βασιλιάς Αιήτης, είναι κι αυτή ένας παλιός ναυτικός μύθος, στολισμένος με τεχνολογικά επιτεύγματα, γοργοτάξιδα καράβια, παλάτια περίφημα, έργα αναπτυγμένης αρχιτεκτονικής και χάλκινα ρομπότ της αρχαιότητας.

Το χρυσόμαλλο δέρας

Ο στόχος της μεγάλης Αργοναυτικής εκστρατείας φαίνεται ότι ήταν κι αυτός τεχνολογικός. Οι Αργοναύτες έπρεπε *"παίρνοντας το χρυσό δέρας του Αιήτη να το φέρουν στην Ελλάδα"* (Απολλώνιος ο Ρόδιος, Αργοναυτικά 3, 12).

Αλλά το χρυσόμαλλο αυτό δέρας, η χρυσή προβιά της Κολχίδας , έχει την τεχνολογική ερμηνεία του. Στη χρυσοφόρα εκείνη περιοχή της Μαύρης Θάλασσας, ο ποταμός Φάσις φέρνει από τα ριζά του Καυκάσου άφθονα ψήγματα χρυσού. Τα μαλλιαρά, δασύτριχα δέρματα κριαριών, απλωμένα στην κοίτη του ποταμού, λειτουργούσαν σαν φίλτρα, σχάρες, διηθητήρες του χρυσού. Στο πυκνό τρίχωμα τούς κατακρατούσαν το βαρύ πολύτιμο μέταλλο. Και οι χρυσωρύχοι έπαιρναν μετά τα λαμπερά, φορτωμένα με χρυσό δέρματα, τα κρέμαγαν, τα στέγνωναν, τα τίναζαν και μάζευαν έτσι την πλούσια χρυσόσκονη. Ο Στράβωνας αναφέρει στα Γεωγραφικά του:

«Από τους λαούς της Κολχίδας, οι λεγόμενοι Σοάνες (...) κατέχουν όλη την περιοχή και τις κορφές του Καυκάσου πάνω απ' των Διόσκουρων τη χώρα. (...) Λέγεται μάλιστα ότι στα μέρη τους οι χείμαρροι κατεβάζουν το χρυσάφι. Και οι βάρβαροι το συλλέγουν με τρυπητές λεκάνες (φάτναις κατατετρημέναις) και μαλλιαρές προβιές (μαλλωταίς δοραίς). Από δω βγήκε και ο μύθος για το χρυσόμαλλο δέρας. Τους ανθρώπους αυτούς τους λένε ακόμα και Ίβηρες, όπως και τους δυτικούς λαούς, γιατί και οι δυο έχουν χρυσωρυχεία» (Στράβων, Γεωγραφικά,11,2,19).

Το παλάτι και οι βρύσες του Αιήτη

Φθάνοντας στη μακρινή Κολχίδα ο Ιάσων ,επισκέπτεται με τους άντρες του το αξιοθαύμαστο παλάτι του βασιλιά Αιήτη, το στολισμένο με αυτόματα έργα του Ηφαίστου, υδραυλικά συστήματα που δουλεύουν ασταμάτητα, βρύσες με διάφορα υγρά να αναβλύζουν, ζεστά και

κρύα, που προϋποθέτουν πολύπλοκους υδραυλικούς μηχανισμούς. Στα Αργοναυτικά του ο Απολλώνιος ο Ρόδιος εξιστορεί την είσοδο του Ιάσονα στο βασιλικό παλάτι.

«Στην είσοδο στεκόντουσαν και θαύμαζαν το τείχος το βασιλικό και τις φαρδιές τις πόρτες και τις κολώνες, που στη σειρά ορθώνονταν γύρω στους τοίχους. Πέτρινο στέγαστρο σκέπαζε από πάνω το παλάτι, στερεωμένο πάνω σε χάλκινες γλυφίδες. Σιωπηλοί αυτοί πέρασαν το κατώφλι και δίπλα φύτρωναν ψηλές κληματαριές, γεμάτες φύλλα χλωρά. Και από κάτω τους έρεαν αδιάκοπα τέσσερις βρύσες, που ο ίδιος ο Ήφαιστος τις σκάλισε. Από την πρώτη ανάβλυζε γάλα, από την άλλη κρασί, από την τρίτη λάδι αρωματικό. Και η τέταρτη έβγαζε νερό, που ζεστό έτρεχε σαν έδυαν οι Πλειάδες και παγωμένο κρύσταλλο μέσα από τον κούφιο βράχο πήδαγε σαν οι Πλειάδες στον ουρανό ανέβαιναν. Τέτοια αξιοθαύμαστα έργα μες στο βράχο. Τέτοια αξιοθαύμαστα έργα μες στο παλάτι του Κυταίου Αιήτη ο επιδέξιος Ήφαιστος εδούλεψε»
(Απολλώνιος ο Ρόδιος Αργοναυτικά 3,215-229)

Τάλως ο μπρούτζινος γίγαντας

Ένα από τα πιο χαρακτηριστικά αρχαία ελληνικά μυθικά αυτόματα είναι ο χάλκινος γίγαντας και φρουρός της Κρήτης Τάλως. Πρόκειται για ένα τεράστιο μηχανικό σύστημα, μια μηχανή άτρωτη με ανθρώπινη μορφή, κινούμενη με σύστημα υδραυλικό στο εσωτερικό της. Μια φλέβα, μια σύριγγα, ένας σωλήνας έκρυβε μέσα στο γίγαντα τη δύναμη της ζωής του, το τεχνητό του αίμα, το υγρό ιχώρ, όμοιο με λιωμένο μολύβι. Με το υγρό αυτό, υδραυλικά δηλαδή, έμπαιναν σε κίνηση τα μεταλλικά μέρη της θεόρατης ανθρωπομηχανής. Το υδραυλικό αυτό σύστημα ήταν η ζωή της μηχανής. Κι αρκούσε να χυθεί το υγρό για να σωριαστεί ο γίγαντας κάτω σαν ένας σωρός παλιοσίδερα. Περιγραφές αυτού του μυθικού αυτόματου έρχονται σε μας από τον

Απολλώνιο το Ρόδιο (Αργοναυτικά, 4, 1638-1688), τον Απολλόδωρο (Απολλόδωρου Βιβλιοθήκη, 1, 9, 26), καθώς και το Σοφοκλή (Δαίδαλος, απόσπασμα 161).

Ο Απολλώνιος ο Ρόδιος στα Αργοναυτικά περιγράφει του Αργοναύτες στο δρόμο του γυρισμού να περνούν από την Κρήτη και να πασχίζουν στο λιμάνια της να αγκυροβολήσουν:

«Αυτούς όμως δεν τους άφηνε ο μπρούντζινος γίγαντας ο Τάλως, απ' το γερό το βράχο πέτρες ρίχνοντας, να δέσουν παλαμάρια στη στερεά, στον όρμο της Δικταίης σαν ήθελαν να αράξουν. Αυτόν που είχε τη ρίζα του στο χάλκινο γένος των ανθρώπων και μόνος απ' τους ημίθεους έμεινε, ο γιος του Κρόνου στην Ευρώπη τον έδωσε, φύλακας της Κρήτης να 'ναι και να γυρίζει το νησί τρεις φορές τη μέρα με τα μπρούντζινα τα πόδια του. Αλλά το σώμα του όλο και τα μέλη του ήταν από μπρούντζο χυτό και ήταν άτρωτα. Κάτω από τον τένοντα όμως, στη φτέρνα, είχε

σωλήνα με αίμα,που τον σκέπαζε λεπτή μεμβράνη. Κι ήταν υπόθεση ζωής και θανάτου γι' αυτόν».

Και ο μυθογράφος των Αργοναυτικών περιγράφει το τέλος του μυθικού αυτού συμβόλου της τεχνολογίας, που υποκύπτει κάτω από την οργή, τα ξόρκια και τις κατάρες της μάγισσας Μήδειας ,συμβόλου της δεισιδαιμονίας και της φανατικής εχθρότητας προς την τεχνολογία.

(Απολλώνιος Αργοναυτικά 4, 1638-1688)

Ο Απολλώνιος μιλάει για ένα υδραυλικό σύστημα λειτουργίας του χάλκινου Τάλου. Θεωρεί ότι το υγρό ιχώρ κυκλοφορεί μέσα σε μια σύριγγα, έναν υδραυλικό σωλήνα, που στην άκρη του ήταν κλειστός με λεπτή μεμβράνη. Μια άλλη παραλλαγή για τη λειτουργία τον μηχανικού αυτού γίγαντα δίνεται από τον Απολλόδωρο. Εδώ ο μυθογράφος ονομάζει φλέβα τη σωληνωτή δίοδο του υγρού ιχώρ και τη θεωρεί κλεισμένη με καρφί, με ήλο κι όχι με μεμβράνη.

«Αν τα όργανα επιτελούσαν τη δουλειά τους μόνα τους, δεν θα 'χαν οι δεσπότες ανάγκη από δούλους» - Αριστοτέλης

Πηγές-Βιβλιογραφία

Συνοπτική ιστορία των τεχνικών, bruno Jacomy ., μετάφ. Χριστίνα Αγριαντώνη, Πολιτισττκό Τεχνολογικό Ίδρυμα ΕΤΒΑ, Αθήνα 1995

Αυτοματοποιητική, Ήρωνος τον Αλεξανδρινού Καλλιγερόπουλος Λ., , Αθήνα 1996

Ιστορία της τεχνολογίας και των αυτομάτων Καλλιγερόπουλος Λ , Αθήνα 2005

Μηχανική και Τεχνολογία στην Αρχαία Ελλάδα, Χ.Δ. Λάζος Εκδόσεις ΑΙΟΛΟΣ

Η Περιπέτεια της Τεχνολογίας στην Αρχαία Ελλάδα, Χ.Δ. Λάζος Εκδόσεις ΑΙΟΛΟΣ

Αρχαία Ελληνική Τεχνολογία ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ Επτά Ημέρες 4-1-1998

Η τεχνολογία στην αρχαία Ελλάδα ΕΛΕΥΘΕΡΟΤΥΠΙΑ Ιστορικά 30-1-2003